

SÄTEILYN KÄYTTÖ JA MUU SÄTEILYLLE ALTISTAVA TOIMINTA

Vuosiraportti 2003

Erkki Rantanen (toim.)

Tämän raportin laadintaan ovat osallistuneet

Eero Illukka

Kari Jokela

Hannu Järvinen

Helinä Korpela

Antti Kosunen

Jorma Kuusisto

Maaret Lehtinen

Mika Markkanen

Asko Miettinen

Eero Oksanen

Ritva Parkkinen

Tuija Rahikainen

Petri Sipilä

Eija Vartiainen

Eija Venelampi

Reijo Visuri

ISBN 951-712-850-9 (nid.)

ISBN 951-712-851-7 (pdf)

ISSN 1235-6719

Dark Oy, Vantaa 2004

RANTANEN Erkki (toim.). Säteilyn käyttö ja muu säteilylle altistava toiminta. Vuosiraportti 2003. STUK-B-STO 54. Helsinki 2004. 41 s. + liitteet 10 s.

Avainsanat: säteilyn käyttö, säteilytoiminta, turvallisuuslupa, luvasta vapautettu toiminta, säteilyn käytön tarkastukset, säteilylähteet, radioaktiiviset aineet, radioaktiiviset jätteet, työntekijöiden säteilyannokset, luonnonsäteily, ionisoimaton säteily, mittanormaalit, säännöstötyö, tutkimus, kotimainen ja kansainvälinen yhteistyö, viestintä, palvelut, poikkeustapahtumat

Tiivistelmä

Vuoden 2003 lopussa säteilyn käyttöä varten oli voimassa 1 811 turvallisuuslupaa. Luvasta vapautettua, mutta ilmoitusvelvollisuuden alaista hammasröntgentoimintaa harjoitti 1 962 toiminnan harjoittajaa. Säteilyn käytön valvontaa toteutettiin käyttöpaikkoihin tehdyillä säännöllisillä tarkastuksilla, postivalvonnalla, ohjeistuksella, annosrekisterin ylläpidolla ja valvontaa tukevalla tutkimuksella.

Annostarkkailussa oli vuonna 2003 yhteensä 10 900 säteilytyötä tekevää työntekijää. Annoskirjauksia tehtiin Säteilyturvakeskuksen (STUK) ylläpitämään rekisteriin 135 000 kappaletta. Yhdenkään työntekijän annos ei ylittänyt säteilyasetuksessa määriteltyjä annosrajoja.

Luonnonsäteilyn valvonnassa keskityttiin työpaikkojen radonsäteilyn ja avaruussäteilystä lentohenkilöstölle aiheutuvan altistuksen valvontaan. Vuoden 2003 lopussa radonvalvonnassa oli 90 työpaikkaa ja niissä yhteensä 141 työpistettä. Avaruussäteilystä aiheutuvan säteilyaltistuksen seurannassa oli yhteensä 2 485 lentäjää ja matkustamohenkilöstön jäsentä.

Mittanormaalityöinnässä jatkettiin kalibrointi- ja kehitystyötä edellisten vuosien tapaan. STO:n DOS-laboratorio liittyi ”self declaration” -periaatteella kansainväliseen MRA-sopimukseen.

Ionisoimattoman säteilyn käytön valvonta kohdistui erityisesti matkapuhelimiin ja solariumeihin. Matkapuhelimien markkina- ja käyttövalvonta käynnistettiin mittaamalla 12 erityyppisen puhelimen aiheuttama säteily. Solariumien käyttöpaikoilla tehtiin pistokoe-tyyppisiä tarkastuksia ja solariumien käyttöpaikkojen säteilyturvallisuuden kehittymistä mittaava selvitys saatiin valmiiksi. UV-valohoitolaitteiden ja solariumlaitteiden spektrimittauksiin kehitettiin kaupallisen CCD-spektroradiometrin pohjalta mittaumenetelmä, joka soveltuu myös käyttöpaikoilla tehtäviin mittauksiin. Pientaajuisten magneettikenttien mittaamista varten kehitettiin uudentyyppinen magneettikentän mittari, joka mittaa altistumisrajojen mukaisesti painotetun huippuarvon laajalla taajuusalueella.

Vuonna 2003 STUK tutki 15 säteilyn käyttöön liittyvää poikkeustapahtumaa. Tapahtumista kahdeksan koski säteilyn käyttöä teollisuudessa, tutkimuksessa ja opetuksessa, kuusi säteilyn käyttöä terveydenhuollossa ja yksi ionisoimattoman säteilyn käyttöä. Poikkeustapahtumista mikään ei johtanut vakaviin seurauksiin.

Sisällysluettelo

TIIVISTELMÄ	3
1 YLEISTÄ	7
2 IONISOIVAN SÄTEILYN KÄYTÖN VALVONTA	8
2.1 Yleistä	8
2.2 Säteilyn käyttö terveydenhuollossa	8
2.3 Säteilyn käyttö teollisuudessa, tutkimuksessa ja opetuksessa	14
2.4 Radioaktiivisten aineiden tuonti, valmistus ja vienti	17
2.5 Annostarkkailu	19
2.6 Radioaktiiviset jätteet	22
2.7 Poikkeustapahtumat	23
3 LUONNONSÄTEILYLLE ALTISTAVAN TOIMINNAN VALVONTA	26
3.1 Yleistä	26
3.2 Radon	26
3.3 Muu maaperästä tuleva luonnonsäteily	27
3.4 Avaruussäteily	27
4 IONISOIMATTOMAN SÄTEILYN KÄYTÖN VALVONTA	29
4.1 Yleistä	29
4.2 Optinen säteily	29
4.3 Sähkömagneettiset kentät	29
4.4 Poikkeustapahtumat	30
5 SÄÄNNÖSTÖTYÖ	31
5.1 ST-ohjeet	31
5.2 Muu säännöstötyö	31
6 TUTKIMUS	32
6.1 Ionisoiva säteily	32
6.2 Ionisoimaton säteily	33

7	KANSAINVÄLINEN YHTEISTYÖ	35
8	KOTIMAINEN YHTEISTYÖ	37
9	VIESTINTÄ	38
10	MITTANORMAALITOIMINTA	39
11	PALVELUT	41
	LIITE 1 JULKAISUT VUONNA 2003	42
	LIITE 2 STUKIN JULKAISEMAT ST-OHJEET	49
	LIITE 3 KOULUTUSORGANISAATIOT, JOTKA ON HYVÄKSYTTY JÄRJESTÄMÄÄN SÄTEILYN KÄYTÖN TURVALLISUUDESTA VASTAAVAN JOHTAJAN SÄTEILYSUOJELUKUULUSTELUJA	50

1 Yleistä

Säteilyn käytöllä tarkoitetaan säteilylaitteiden ja radioaktiivisten aineiden käyttöä terveydenhuollossa, teollisuudessa, tutkimuksessa ja opetuksessa sekä säteilylaitteiden ja radioaktiivisten aineiden maahantuontia, maastavientiä, valmistusta ja kauppaa. Säteilytoiminnalla tarkoitetaan säteilyn käyttöä ja lisäksi sellaista toimintaa tai olosuhdetta, jossa luonnonsäteilystä ihmiseen kohdistuva säteilyaltistus aiheuttaa tai saattaa aiheuttaa terveydellistä haittaa.

Säteilyn käytön ja muun säteilylle altistavan toiminnan turvallisuutta valvoo säteilylain (592/1991) nojalla Säteilyturvakeskus (STUK). Valvonta koskee myös ionisoimattoman säteilyn käyttöä siltä osin kuin valvonta ei kuulu muille viranomaisille. Säteilyn käytön ja muun säteilylle altistavan toiminnan valvonnasta vastaavat

STUKissa Säteilyn käytön turvallisuus -osasto (STO) ja Ionisoimattoman säteilyn laboratorio (NIR-laboratorio).

Tässä vuosiraportissa esitetään ionisoivan ja ionisoimattoman säteilyn käyttöön ja muuhun säteilylle altistavaan toimintaan sekä niiden valvontaan liittyviä tapahtumia vuodelta 2003. Lisäksi esitetään STO:n ja NIR-laboratorion valvontansa yhteydessä keräämiä tilastotietoja vuodelta 2003 sekä tietoja näiden yksiköiden mittanormaali- ja tutkimustoiminnasta, säännöstötyöstä, kansainvälisestä ja kotimaisesta yhteistyöstä sekä viestinnästä ja palveluista. Säteilyn käyttöön liittyviä poikkeustapahtumia selostetaan raportissa esimerkkitapauksina, jotta samankaltaisilta tapahtumilta voitaisiin välttyä vastaisuudessa.

2 Ionisoivan säteilyn käytön valvonta

2.1 Yleistä

Säteilylain 16 §:n mukaan säteilyn käyttöä varten on oltava turvallisuuslupa. STUK myöntää luvan hakemuksesta. Toiminnan muuttuessa lupa on haettava muutosta, jos kyseisellä muutoksella on merkitystä säteilyturvallisuuden kannalta. Tällaisia muutoksia ovat esimerkiksi käyttöpaikan vaihdos, uuden säteilylaitteen käyttöönotto tai säteilyn käytön turvallisuudesta vastaavan johtajan vaihtuminen. STO ylläpitää kaikista myönnettyistä luvista ja niissä mainituista säteilylähteistä turvallisuusluparekisteriä.

Säteilylain 17 §:n mukaan STUK voi vapauttaa säteilyn käytön turvallisuusluvasta, jos voidaan riittävän luotettavasti varmistua siitä, että säteilyn käyttö ei aiheuta terveydellistä haittaa tai vaaraa. Turvallisuusluvasta on tietyin ehdoin vapautettu hammasröntgenlaitteiden käyttö hammaslääkärin vastaanottotoiminnan yhteydessä. Luvasta vapautettu laite ja toiminta on ilmoitettava STUKille rekisteröitäväksi. STUK ylläpitää ilmoitetuista laitteista hammasröntgenlaiterekisteriä.

Säteilyn käyttöpaikoille tehtävillä tarkastuksilla STUK valvoo, että säteilylainsäädäntöä ja turvallisuusluvuissa mainittuja ehtoja noudatetaan ja että toimintaa muutoinkin harjoitetaan turvallisesti ja hyväksyttävällä tavalla. Yleensä tarkastukset kattavat koko toiminnan. Erillinen suppeammin kohdistettu tarkastus voidaan tehdä muun muassa, jos toiminta osittain muuttuu, esimerkiksi kun otetaan käyttöön uusi säteilyn käyttöpaikka tai säteilylaite. Säteilylähteet ja niiden käyttö tarkastetaan ensimmäisen kerran yleensä toiminnan alkaessa. Tämän jälkeen määräaikaistarkastuksia tehdään toiminnan laadusta riippuen 2–5 vuoden välein.

Säteilylain mukaan toiminnan harjoittajan on järjestettävä säteilytyötä tekeville henkilöille säteilyaltistuksen seuranta. Seurannan on oltava

henkilökohtaista (annostarkkailu) säteilytyöluokassa A. Usein myös säteilytyöluokkaan B kuuluvien henkilöiden altistuksen seuranta on tarkoituksenmukaisuussyistä järjestetty annostarkkailuna. STUK pitää säteilylain (muutos 1142/1998) 34 §:n mukaisesti annosrekisteriä säteilytyössä toimivien työntekijöiden säteilyaltistuksesta.

STUK ylläpitää myös kansallista pienjätevarastoa, jonne varastoidaan kiinteitä radioaktiivisia jätteitä loppusijoitusta varten. Pienjätevarasto sijaitsee Teollisuuden Voima Oy:n Olkiluodon ydinvoimalan keski- ja vähäaktiivisen voimalajätteen loppusijoitustilan yhteydessä.

Säteilyasetuksen (1512/1991) 17 §:n mukaan STUKille on ilmoitettava säteilyn käyttöön liittyvästä poikkeavasta tapahtumasta, jonka seurauksena turvallisuus säteilyn käyttöpaikalla tai sen ympäristössä merkittävästi vaarantuu. Samoin on ilmoitettava säteilylähteen katoamisesta tai anastuksesta tai lähteen joutumisesta muulla tavalla pois turvallisuusluvalla haltijan hallusta. Ilmoitus on tehtävä myös muista poikkeavista havainnoista ja tiedoista, joilla on olennaista merkitystä työntekijöiden, muiden henkilöiden tai ympäristön säteilyturvallisuuden kannalta.

2.2 Säteilyn käyttö terveydenhuollossa

Turvallisuusluvut

Vuonna 2003 myönnettiin terveydenhuollon säteilyn käyttöön 11 uutta turvallisuuslupaa. Luvan muutoshakemuksia käsiteltiin 207 kappaletta. Näistä 66 hakemusta koski vastaavan johtajan vaihtumista ja 141 hakemusta toiminnassa tapahtunutta muutosta, kuten uuden laitteen käyttöönottoa tai käyttöpaikan vaihdosta. Lisäksi tehtiin 151 päätöstä, joilla esimerkiksi lupa tai osa siitä peruttiin toiminnan tai säteilylähteen käytön loppumisen johdosta (lukuun sisältyvät myös esimerkiksi hammasröntgenlaitteiden käytöstä poista-

miset luvasta vapautetussa hammasröntgentoiminnassa).

Vuoden 2003 lopussa oli terveydenhuollon säteilyn käytössä voimassa 706 turvallisuuslupaa. Taulukossa I on esitetty luvissa mainittujen säteilytoimintojen lukumäärät.

Turvallisuusluvasta vapautettu hammasröntgentoiminta

Hammasröntgenlaitteiden käyttö on vapautettu turvallisuusluvasta STUKin päätöksellä 202/310/99 seuraavin ehdoin:

1. Laitteessa on oltava terveydenhuollon laitteista ja tarvikkeista annetun lain (1505/1994) mukainen CE-merkintä (direktiivi 93/42/ETY).
2. Laitteen käyttöpaikan suojukset ovat ohjeessa ST 3.1 esitettyjen vaatimusten mukaiset.
3. Laitteen käyttöä johtaa ja käytön turvallisuudesta vastaa hammaslääkäri tai lääkäri.

Jos hammasröntgenlaitteen käyttö ei täytä STUKin päätöksessä mainittuja ehtoja, käyttöä varten on oltava turvallisuuslupa. Ehtojen täyttyminen tutkitaan STUKille ilmoitettujen laitteiden rekisteröimisen yhteydessä.

Turvallisuusluvasta vapautettua, mutta ilmoitusvelvollisuuden alaista hammasröntgentoimintaa harjoitti vuonna 2003 yhteensä 1 962 toiminnan harjoittajaa.

Hammasröntgenlaitteiden valvontaa varten lähetettiin toiminnan harjoittajille postitse yhteensä 1 514 valvontapakettia.

Säteilylaitteet

Taulukossa II on esitetty tietoja turvallisuusluparekisterissä ja hammasröntgenlaiterekisterissä vuoden 2003 lopussa olleista terveydenhuollon säteilylaitteista ja radionuklidilaboratorioista (taulukko sisältää myös eläinlääketieteessä käytetyt laitteet). Rekistereihin oli merkittynä 6 986 säteilylaitetta ja 77 radionuklidilaboratoriota. Laitteista suurin osa oli hammasröntgenlaitteita. Edelliseen vuoteen verrattuna säteilylaitteiden lukumäärä pysyi jokseenkin ennallaan, mutta radionuklidilaboratorioiden lukumäärä pieneni noin 11 %.

Röntgendiagnostiikka

Vuonna 2003 STUKin tekemissä röntgendiagnostiikkaan kohdistetuissa tarkastuksissa ei todettu

yhtään vakavaa puutetta turvallisuusjärjestelyissä eikä yhtään vaaratilanneilmoitusta tehty. Yleisesti ottaen röntgendiagnostiikan turvallisuustasoa voidaan pitää suhteellisen hyvänä, vaikka potilasannoksissa oli edelleenkin todettavissa huomattavia, jopa monikymmenkertaisia käyttöpaikkakohtaisia eroja. Näitä voidaan tutkimustoimintapiteen tarkoituksen kärsimättä yleensä pienentää. Tämä edellyttää aiempaa turvallisuustietoisempia toimintatapoja ja tutkimusmenetelmien optimointia.

Vertailutasojen käyttöönottoa seurattiin säteilytoiminnan määräaikaistarkastuksissa. Säteilyn käytön tarkastuksia kohdennettiin erityisesti TT-laitteisiin ja selvitettiin näiden laitteiden käytössä aiheutuvia annoksia ja kuvan laatua. Tavoitteena oli selvittää optimointiperiaatteen toteutuminen TT-laitteiden käytössä ja tehdä tämän perusteella optimoinnin parantamista koskeva suunnitelma.

Läpivalaisulaitteiden tarkastukset

Vuonna 2003 tarkastettiin 8 läpivalaisulaitetta (noin 1,5 % kaikista laitteista). Kaikkien tarkastettujen laitteiden ilmakermanopeus ja läpivalaisukuvan laatu olivat ohjeessa ST 3.3 esitettyjen arvostelurajojen perusteella riittäviä.

Potilasannos- ja kuvanlaatuselvitykset

STUKin tekemien tarkastusten yhteydessä on useana vuonna selvitetty potilaiden säteilyannoksia ja tutkimusten kuvanlaatua lannerangan AP- ja keuhkojen PA-kuvauksissa. Tarkastusten kohteina olleissa röntgentoimipaikoissa on käytössä olevalla kuvaustekniikalla otettu röntgenkuva fantomista (potilasvastine) ja mitattu samalla säteilyannos fantomin pinnalla. Vuonna 2003 tehtiin tällaisia mittauksia noin 10 %:ssa röntgentoimipaikoista.

Taulukossa III on esitetty vuosina 1999–2003 tehtyjen tarkastusten yhteydessä mitatut annokset. Taulukossa on esitetty myös Euroopan unionin (EU) asiantuntijaryhmän suosittelemat ja STUKin antamat vertailutasot (vertailutasoista ks. Säteilyn käytön ja muun säteilytoiminnan vuosiraportti 2000, STUK-B-STO 43). Keskimääräiset annokset alittavat STUKin vertailutasot kyseisille tutkimuksille. Kuvissa 1 ja 2 on esitetty vuoden 2003 mittauksissa saadut annosjakaukmat.

Taulukko I. Turvallisuusluvista mainittujen säteilytoimintojen lukumäärät terveydenhuollossa vuoden 2003 lopussa.

Säteilyn käyttö	Toiminnot (kpl)
Röntgentutkimus	449
Hammasröntgentutkimus ^{*)}	10
Eläinröntgentutkimus	185
Avolähteiden käyttö	52
Umpilähteiden käyttö	21
Sädehoito	13
Muu säteilyn käyttö	17
^{*)} Lupa myönnetty hammasröntgenlaitteille, joita kuitenkin käytetään pääosin muuhun kuin hammasröntgentoimintaan.	

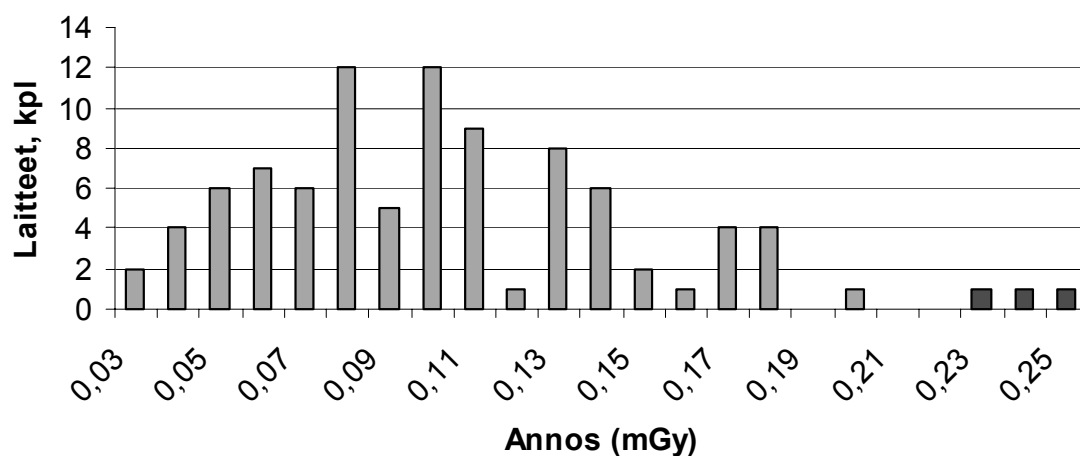
Taulukko II. Terveydenhuollossa ja eläinlääketieteessä käytössä olleiden säteilylaitteiden ja radionuklidilaboratorioiden lukumäärät vuoden 2003 lopussa.

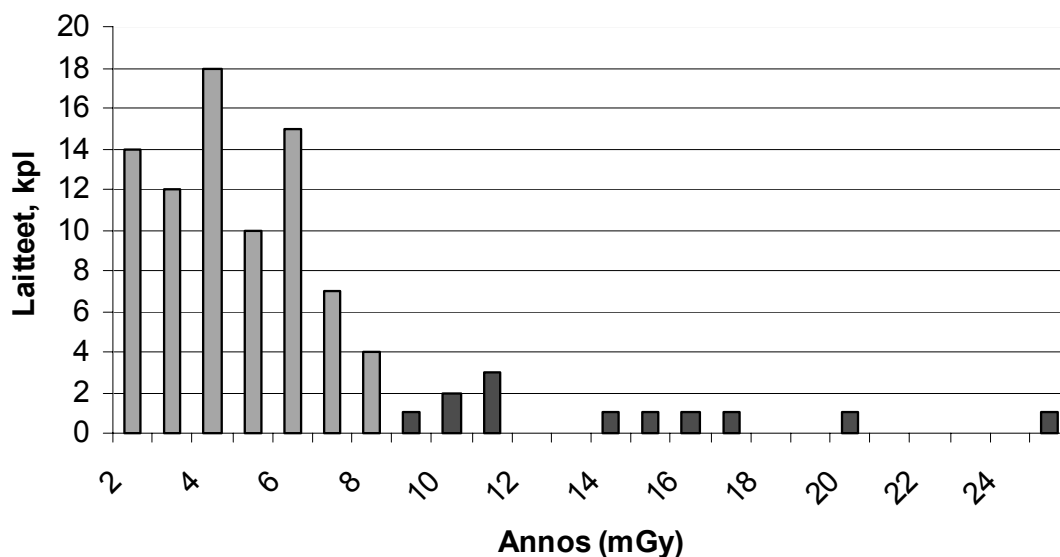
Laitteet/laboratoriot	Lukumäärä (kpl)
Röntgentutkimuslaitteet (generaattorit) ^{*)}	1 604
Röntgenputket	1 841
• mammografia (ei seulonta)	103
• seulontamammografia	103
• tietokonetomografia	73
• angiografia (ei DSA)	22
• digitaalinen subtraktioangiografia (DSA)	83
• luuntiheysmittaus	68
Hammasröntgenlaitteet	5 008
• tavanomaiset hammasröntgenlaitteet	4 365
• panoraamaröntgenlaitteet	643
Sädehoidon laitteet	84
• kiihdyttimet	28
• jälkilataushoitolaitteet	12
• röntgenhoitolaitteet tai -kuvauslaitteet	19
• hoitolaitteen simulaattorit	8
• BNCT-laite	1
• muut laitteet	16
Radioaktiivisia aineita sisältävät laitteet	75
• verensäteilytyslaitteet	7
• kalibrointilähteet ja muut laitteet	68
Eläinröntgenlaitteet	215
Radionuklidilaboratoriot	77
• B-tyypin laboratoriot	18
• C-tyypin laboratoriot	55
• muut laboratoriot	4
^{*)} Röntgentutkimuslaitteen muodostaa suurjännitegeneraattori, yksi tai useampi röntgenputki sekä yksi tai useampi tutkimusteline.	

Taulukko III. Fantomin pinnalla mitatut annokset lannerangan AP- ja keuhkojen PA-kuvauksissa vuosina 1999–2003.

Vuosi	Annos ^{*)} (mGy)	
	Keskiarvo (vaihteluväli)	
	Lanneranka AP	Keuhko PA
1999	5,4 (1,1–11)	0,13 (0,03–0,33)
2000	5,9 (0,7–23)	0,13 (0,04–0,44)
2001	5,8 (1,1–21)	0,13 (0,04–0,37)
2002	5,6 (1,5–19)	0,13 (0,04–0,40)
2003	5,2 (1,0–25)	0,10 (0,03–0,25)
EU:n vertailutaso ^{**)}	10	0,3
STUKin vertailutaso	8	0,2

^{*)} Annos fantomin pinnalla (Entrance Surface Dose).
^{**) Normaalikokoinen, 70 kg:n painoinen potilas.}

**Kuva 1.** Annosjakauma vuoden 2003 keuhkokuvausmittauksissa.



Kuva 2. Annosjakauma vuoden 2003 lannerankakuvausmittauksissa.

EU:n asiantuntijaryhmä on antanut myös röntgenkuvien laatua koskevia suosituksia. Nämä suositukset koskevat kuitenkin kliinisiä röntgenkuvia. Tekniselle kuvanlaadulle ei ole olemassa kansainvälisiä vertailuarvoja. Kansallista tilannetta voidaan arvioida vertaamalla eri vuosina tehtyjen kuvanlaatumittausten tuloksia.

Taulukossa IV on esitetty STUKin vuosina 1999–2003 tekemien kuvanlaatumittausten tulokset. Mittaukset on tehty käyttäen ohjeessa ST 3.5 esitettyjä fantomeita ja mittausten menetelmiä. Kuvanlaadussa ei näiden tulosten perusteella voida havaita tapahtuneen olennaisia muutoksia.

Hammasröntgenlaitteiden valvonta

Hammasröntgenlaitteille tehdään 3–5 vuoden välein valvontamittaus postitse lähetettävän testipaketin avulla. Mittauksilla saadaan tiedot muun muassa hammasröntgenlaitteiden säteilyannoksista. Valvontamittauksia on tarkemmin esitetty Säteilyn käytön ja muun säteilytoiminnan vuosiraportissa 1995 (STUK-B-STO 33).

Vuonna 2003 mitattiin 1 317 hammasröntgen-

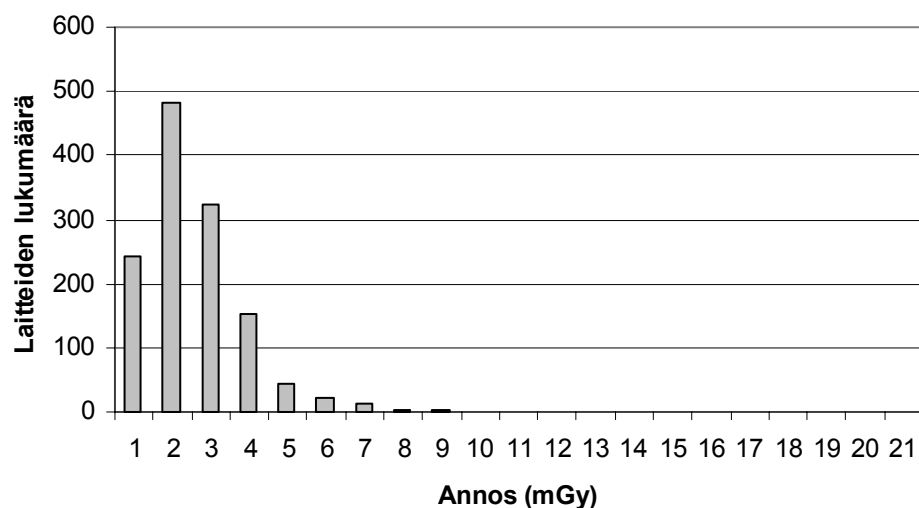
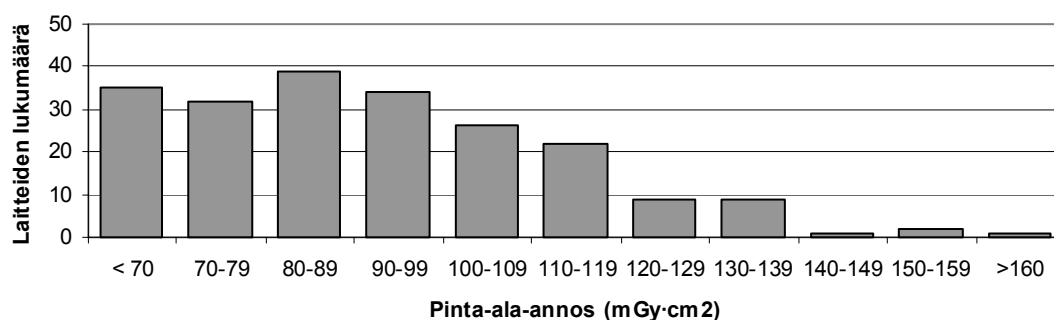
laitteen tuottama säteilyannos. Annokset vastaavat poskihampaan kuvauksessa posken pinnalle tulevaa annosta. Mitattujen annosten jakauma on esitetty kuvassa 3. Annosten keskiarvo oli 2,6 mGy ja vaihteluväli 0,7–21,4 mGy tavanomaisilla hammasröntgenkuvauslaitteilla. Kansainvälisen atomienergiajärjestön (IAEA) suositus*) hammasröntgenkuvan vertailutasoksi on 7 mGy (Entrance Surface Dose). STUKin asettama vastaava vertailutaso on 5 mGy. Mitatuista laitteista 2 % ylitti 5 mGy:n vertailutason. 5 mGy:n annos hammaskuvauksessa vastaa noin 7 μ Sv:n suurista efektiivisistä annosta.

Vuosina 1995–2003 on mitattu yhteensä 272 panoraamaröntgenlaitteen pinta-ala-annokset. Kuvassa 4 on esitetty joulukuussa 2003 käytössä olevien laitteiden (yhteensä 210 kappaletta) pinta-ala-annosten jakauma. Annosten keskiarvo tavanomaisilla kuvauslaitteilla oli 91,8 mGy·cm² ja vaihteluväli oli 46–217 mGy·cm², kun taas digitaalilla kuvauslaitteilla keskiarvo oli 88,1 mGy·cm² ja vaihteluväli oli 60–131 mGy·cm². STUKin asettama pinta-ala-annoksen vertailutaso on 120 mGy·cm².

*) International Basic Safety Standards for Protection against Ionizing Radiation and for the Safety of Radiation Sources. Safety Series No. 115, Schedule III, p. 279, International Atomic Energy Agency (IAEA), Vienna 1996.

Taulukko IV. Kuvanlaatu lannerangan AP- ja keuhkojen PA-kuvauksissa vuosina 1999–2003.

Vuosi	Filmin mustuma (OD) Keskiarvo (vaihteluväli)		Kontrasti (OD) Keskiarvo (vaihteluväli)		Erotuskyky (viivaparia-mm ⁻¹) Keskiarvo (vaihteluväli)	
	Lanneranka AP	Keuhko PA	Lanneranka AP	Keuhko PA	Lanneranka AP	Keuhko PA
1999	1,26 (0,66–1,97)	1,64 (1,06–2,33)	0,25 (0,06–0,47)	0,30 (0,13–0,54)	2,0 (0,8–3,1)	3,7 (1,4–5,0)
2000	1,22 (0,58–1,88)	1,67 (0,60–2,26)	0,22 (0,08–0,39)	0,30 (0,08–0,52)	2,2 (0,9–4,3)	3,9 (1,8–5,0)
2001	1,24 (0,71–2,37)	1,76 (0,75–2,69)	0,22 (0,07–0,51)	0,30 (0,15–0,62)	2,0 (1,0–3,4)	3,7 (1,6–5,0)
2002	1,34 (0,82–2,13)	1,76 (0,77–2,40)	0,23 (0,08–0,45)	0,30 (0,10–0,78)	2,1 (1,0–5,0)	4,0 (1,8–5,0)
2003	1,25 (0,77–2,10)	1,70 (1,01–2,30)	0,23 (0,08–0,46)	0,30 (0,14–0,53)	2,1 (1,2–3,7)	4,2 (2,8–5,0)

**Kuva 3.** Annosjakauma vuoden 2003 hammasröntgenmittauksissa.**Kuva 4.** Pinta-ala-annosjakauma vuosien 1995–2003 panoraamaröntgenlaitteiden mittauksissa.

Mammografia

Mammografialaitteet ovat olleet STUKin tarkastusprojektina 2000-luvulla. Vuosina 2002–2003 tarkastettujen mammografialaitteiden annosten jakauma on esitetty kuvassa 5 (annos on mitattu 4,5 cm paksun pleksifantomien pinnalla). Annosten keskiarvo on 6,6 mGy. STUKin asettama annoksen vertailutaso on 10 mGy.

Tulokset vuosina 2000–2002 tutkituista mammografialaitteista julkaistiin STO:n raporttisarjassa numerolla STUK-B-STO 52.

Sädehoito

Sädehoidossa pyritään tuhoamaan paikallinen syöpäkasvain siten, että tervettä kudosta vaurioitetaan mahdollisimman vähän. Tämän onnistumiseksi on säteily kohdistettava määrätyle kohdealueelle mahdollisimman tarkasti ja oikean suuruisena. Kansainvälisten, muun muassa ICRUn (International Commission on Radiation Units and Measurements), antamien suositusten mukaan hoitoannoksen epävarmuus ei saisi keskimäärin olla suurempi kuin 5 %. Oikeutus- ja optimointiperiaatteen toteutumisen valvonnassa päähuomio on tämän vuoksi kohdistettu niihin seikkoihin, jotka vaikuttavat potilaan saaman sädehoitoannoksen tarkkuuteen eli annoksen oikeaan suuruuteen ja oikeaan kohdistumiseen potilaassa. Sädehoitoannoksen hyvän tarkkuuden varmistamiseksi sädehoitoyksiköiltä on vaadittu hoitolaitteiden käyttöä koskevat laadunvarmistusohjelmat.

Ulkoisessa sädehoidossa otettiin vuoden 2003 kuluessa koko maassa käyttöön uusi kalibrointi- ja mittausmenetelmä, joka perustuu veteen absorboituneeseen annokseen. Menetelmä noudattaa kansainvälistä käytäntöä Maailman terveysjärjestön (WHO) ja IAEA:n annosmittausohjeiston mukaisesti. Menetelmän oikea soveltaminen käytännössä varmistettiin tekemällä tarkastus vuoden aikana jokaiseen ulkoisen sädehoidon käyttöpaikkaan. Lisäksi tehtiin vertailumittauksia Uumajan yliopistollisessa sairaalassa. Vertailujen mukaan annosmittauskäytännöt siellä ja Suomessa ovat hyvin yhtenevät.

Sädehoitoyksiköihin tehtiin 31 tarkastusta, joista viisi kohdistui uuden kiihdyttimen käyttöön ottoon. Tarkastusten ja niihin sisältyvien

mittausten perusteella voidaan arvioida hoito-henkilökunnan ja potilaiden säteilyturvallisuuden sädehoitotoiminnassa säilyneen hyvänä. Sädehoidon laitteiden (hoitolaitteet ja sädehoidon simulaattorit) tarkastukset ja vertailumittaukset osoittavat myös hoitoannoksen tarkkuuteen vaikuttavien toimintojen ja laitteiden ominaisuuksien yleensä täyttäneen niille asetetut vaatimukset. Huomautuksia turvajärjestelmien, sädehoidon laitteiden tai laadunvalvontamenetelmien puutteista kirjattiin viisi kappaletta. Hoitolaitteiden tuottaman annoksen vertailumittauksissa fotonisäteilyn toimenpideraja (1 %) ja elektronisäteilyn toimenpideraja (2 %) eivät ylittyneet.

Isotooppitoiminta

Tarkastuksia tehtiin seitsemään isotooppilaboratorioon. Merkittäviä puutteita tai poikkeamia ei havaittu. Vertailutasojen käyttöönottoa seurattiin säteilytoiminnan määräaikaistarkastuksissa. Laajempi selvitys vertailutasoista ja laadunvarmistuksesta tehdään vuonna 2004.

2.3 Säteilyn käyttö teollisuudessa, tutkimuksessa ja opetuksessa

Turvallisuusluvut

Vuonna 2003 myönnettiin teollisuuden, tutkimuksen ja opetuksen säteilyn käyttöön 45 uutta turvallisuuslupaa. Luvan muutoshakemuksia käsiteltiin 197 kappaletta. Näistä 72 hakemusta koski vastaavan johtajan vaihtumista ja 125 hakemusta toiminnassa tapahtunutta muutosta, kuten uuden laitteen käyttöönottoa tai käyttöpaikan vaihdosta. Lisäksi tehtiin 71 päätöstä, joilla esimerkiksi lupa tai osa siitä peruttiin toiminnan tai säteilylähteen käytön loppumisen johdosta.

Vuoden 2003 lopussa oli teollisuuden, tutkimuksen ja opetuksen säteilyn käytössä voimassa 1 105 turvallisuuslupaa. Taulukossa V on esitetty luvissa mainittujen säteilytoimintojen lukumäärät.

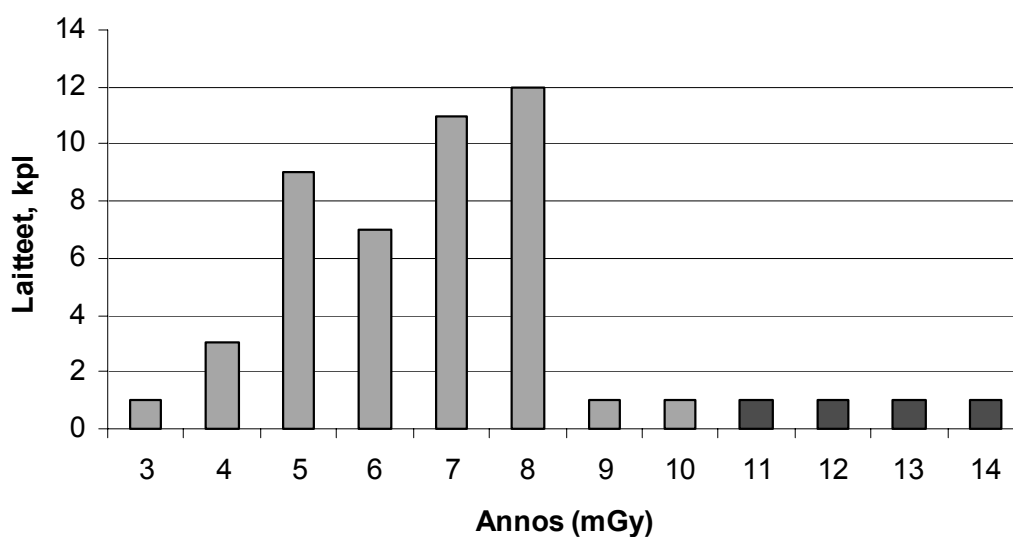
Säteilylaitteet ja -lähteet

Taulukossa VI on esitetty tietoja turvallisuusluoparekisterissä vuoden 2003 lopussa olleista teollisuuden, tutkimuksen ja opetuksen säteilylaitteista ja -lähteistä sekä radionuklidilaboratorioista.

Rekisteriin oli merkittynä 7 152 säteilylaitetta ja 180 radionuklidilaboratoriota. Edelliseen vuoteen verrattuna säteilylaitteiden lukumäärä pysyi lähes samana, mutta radionuklidilaboratorioiden lukumäärä kasvoi noin 3 %. Suurin osa laitteista oli teollisuudessa käytettäviä, umpilähteen sisältäviä laitteita. Alle vapaarajan olevia pienlähteitä

(esimerkiksi laboratorioissa käytettäviä kalibrointilähteitä) ja maahantuojien varastoissa olevia säteilylähteitä ei rekisteröidä lähdekohtaisesti.

Taulukossa VII on esitetty tietoja umpilähteistä ja niissä käytettävistä radionuklideista.



Kuva 5. Annosjakauma vuosien 2002–2003 mammografialaitemittauksissa.

Taulukko V. Turvallisuusluvista mainittujen säteilytoimintojen lukumäärät teollisuuden, tutkimuksen ja opetuksen säteilyn käytössä vuoden 2003 lopussa.

Säteilyn käyttö	Toiminnot (kpl)
Umpilähteiden käyttö (muu kuin gammaradiografia)	642
Avolähteiden käyttö	142
Tuonti, vienti ja kauppa	140
Asennus, koekäyttö ja huolto	135
Röntgensäteilyn käyttö (muu kuin radiografia)	199
Röntgenradiografia	83
Gammaradiografia	8
Radioaktiivisten aineiden valmistus	5
Muu säteilyn käyttö	18

Taulukko VI. Teollisuuden, tutkimuksen ja opetuksen säteilylaitteiden ja -lähteiden sekä radionuklidilaboratorioiden lukumäärät vuoden 2003 lopussa.

Laitteet/laboratoriot	Lukumäärä (kpl)
Radioaktiivista ainetta sisältävät laitteet <ul style="list-style-type: none"> • pintakytkimet • pinnankorkeusmittarit • tiheysmittarit • pintapainomittarit • kuljetinväät • kosteus- ja tiiveysmittarit • fluoresenssianalysaattorit • paksuusmittarit • radiografialaitteet • muut laitteet 	6 278 <ul style="list-style-type: none"> 2 330 1 034 992 678 547 134 132 74 22 335
Röntgenlaitteet ja kiihdyttimet <ul style="list-style-type: none"> • radiografialaitteet • läpivalaisulaitteet • diffraktio- ja fluoresenssianalysaattorit • paksuusmittarit • tuhkamittarit • hiukkaskiihdyttimet • muut röntgenlaitteet • muut analyysilaitteet 	874 <ul style="list-style-type: none"> 324 249 184 38 17 16 18 28
Radionuklidilaboratoriot <ul style="list-style-type: none"> • A-tyypin laboratoriot • B-tyypin laboratoriot • C-tyypin laboratoriot • muut laboratoriot 	180 <ul style="list-style-type: none"> 2 33 127 18

Taulukko VII. Teollisuuden, tutkimuksen ja opetuksen umpilähteissä yleisimmin käytössä olevat radionuklidit sekä lähteiden lukumäärät ja aktiivisuudet vuoden 2003 lopussa.

Radionukliidi	Säteilylähteitä (kpl)	Kokonaisaktiivisuus (GBq)
Aktiivisuus < 400 GBq		
Cs-137	3 771	10 157
Co-60	1 475	1 541
Kr-85	402	5 186
Am-241 (gammalähteet)	346	2 474
Pm-147	177	4 326
Fe-55	153	433
Am-241 (AmBe-neutronilähteet)	123	1 090
Sr-90	78	209
Cd-109	65	37
Cm-244	27	125
Aktiivisuus > 400 GBq		
Cs-137	27	666 230
Ir-192	14	53 940
Co-60	7	130 715
H-3	1	3 700

2.4 Radioaktiivisten aineiden tuonti, valmistus ja vienti

STUK kokoaa vuosittain radioaktiivisten aineiden maahantuojilta ja valmistajilta valvontaa varten tiedot radioaktiivisten aineiden kaupasta ja valmistuksesta. EU:n sisältä Suomeen tuoduista radioaktiivisista aineista saadaan tiedot myös suoraan lähettäjiltä neuvoston asetuksen (Euratom) N:o 1493/93 nojalla^{*)}. Tiedot vuonna 2003 maahan tuoduista, maassa valmistetuista ja maasta viedyistä radionuklideista on esitetty taulukoissa VIII–X. Taulukoiden luvut perustuvat tuontia, vientiä tai valmistusta harjoittavilta turvallisuuslupan haltijoilta kerättyihin tietoihin. Tuonti- ja vientitilastoissa eivät ole mukana toiminnan harjoittajien EU:n sisältä omaan käyttöön ja omasta käytöstä tuodut ja viedyt radioaktiiviset aineet. Tilastot eivät myöskään sisällä radioaktiivisia aineita, joita on toimitettu Suomen kautta muihin maihin.

Maahan tuotujen umpilähteiden lukumäärä oli 5 132 ja maasta vietyjen umpilähteiden luku-

määrä 3 291 (taulukko VIII). Umpilähteitä käytetään pääasiassa teollisuuden mittaus- ja tutkimuslaitteissa. Lisäksi tritiumia (³H) käytetään suuntimalaitteissa ja jodin isotooppia ¹²⁵I sädehoitossa.

Taulukossa VIII eivät ole mukana ameriikumia (²⁴¹Am) sisältävät palovaroitinmet ja palo-ilmoitinjärjestelmien ioni-ilmaisimet. Niitä tuotiin maahan yhteensä 287 836 kappaletta ja niiden yhteenlaskettu aktiivisuus oli noin 9 GBq.

Maahan tuotujen avolähteiden kokonaisaktiivisuus oli 61 976 GBq ja maasta vietyjen avolähteiden kokonaisaktiivisuus 14 890 GBq (taulukko IX). Avolähteitä käytetään terveydenhuollon isotooppitutkimuksissa ja -hoidoissa sekä teollisuuden ja tutkimuksen merkkiainekokeissa.

Vuonna 2003 Suomessa valmistettiin avolähteinä käytettäviä lyhytikäisiä radioaktiivisia aineita yhteensä 47 562 GBq (taulukko X). Hiukkaskiihdyttimillä valmistettavia lyhytikäisiä isotooppeja käytetään pääasiassa lääkeaineiden leimaamiseen.

^{*)} EU:n jäsenmaiden välisestä radioaktiivisten aineiden tuonnista, viennistä ja kauttakuljetuksesta käytetään termiä "radioaktiivisten aineiden siirto". Tässä luvussa on käytetty "tuonti"- ja "vienti"-termejä riippumatta radioaktiivisen aineen lähtö- tai määrämaasta.

Taulukko VIII. Umpilähteiden tuonti ja vienti vuonna 2003.

Radionuklidi	Tuonti		Vienti	
	Aktiivisuus (GBq)	Lukumäärä (kpl)	Aktiivisuus (GBq)	Lukumäärä (kpl)
Ir-192	48 179	26	8 432	25
H-3	7 652	3 500	6 408	2 165
Pm-147	735	79	95	18
Kr-85	244	73	1 009	72
Fe-55	163	116	177	82
I-125	149	880	- ^{*)}	-
Cs-137	121	114	11	20
Cd-109	41	85	36	74
Po-210	31	42	-	-
Co-60	16	68	< 1	2
Gd-153	11	38	5	10
Am-241	13	49	18	818
Sr-90	4	18	< 1	1
muut yhteensä ^{**)}	10	44	6	4
Yhteensä	57 371	5 132	16 197	3 291

^{*)} Merkintä ”-” tarkoittaa, ettei tuontia/vientiä ole ollut.
^{**)} Tuonti, nuklidit: Am-271 (AmBe-neutronilähteet), Ba-133, Co-57, Eu-152, Ge-68 ja Ni-63.
Vienti, nuklidit: Cm-244 ja Ge-68.

Taulukko IX. Avolähteiden tuonti ja vienti vuonna 2003.

Radionuklidi	Aktiivisuus (GBq)	
	Tuonti	Vienti
Mo-99	51 966	12 534
I-131	7 026	1 692
Sm-153	1 470	170
Ho-166	510	40
W-188	370	372
P-32	158	< 1
Tl-201	112	- ^{*)}
I-123	94	36
I-125	88	8
S-35	58	-
In-111	47	-
H-3	41	2
F-18	-	35
muut yhteensä ^{**)}	36	1
Yhteensä	61 976	14 890

^{*)} Merkintä ”-” tarkoittaa, ettei tuonti/vientiä ole ollut.
^{**)} Tuonti, nuklidit: Ba-133, C-14, Ca-45, Co-57, Cr-51, Cs-137, Cu-64, Eu-152, Fe-55, Fe-59, Ga-67, Ge-68, I-129, Na-22, P-33, Ra-226, Se-75, Sr-89 ja Y-90.
Vienti, nuklidit: C-14, Cs-137, Cu-64, Eu-152 ja I-129.

Taulukko X. Radioaktiivisten aineiden (avolähteiden) valmistus vuonna 2003.

Radionuklidi	Aktiivisuus (GBq)
O-15	31 400
F-18	7 368
C-11	7 193
Br-82	1 532
Ar-41	56
Na-24	9
I-123	3
muut yhteensä ^{*)}	1
Yhteensä	47 562
^{*)} Nuklidit: Cr-51, Cs-129, Cs-132, Cs-136, Cu-64, Ni-63 ja Sm-153.	

2.5 Annostarkkailu

Yleistä

STUKin ylläpitämään annosrekisteriin tallennetaan annostarkkailussa (henkilökohtainen säteilyaltistuksen seuranta) olevien työntekijöiden altistustiedot. Työntekijöiden henkilökohtaisia annoksia määrittävät hyväksytyt annosmittauspalvelut. Rekisteriin lähettivät vuonna 2003 tietoja ydinvoimalaitokset ja Doseco Oy, joka ylläpitää myös Olkiluodon ydinvoimalaitoksen annosmittauspalvelua, säteilytoiminnan harjoittajat sekä lentoyhtiöistä Finnair Oyj ja Oy Air Finland Ltd. Rekisteriin tallennetaan tietoja myös ulkomailla työskennelleiden henkilöiden säteilyaltistuksen seuranta-asiakirjoista ja Ruotsin annosrekisteristä saaduista raporteista.

Työntekijöille ulkoisesta säteilystä aiheutuneet annokset mitataan henkilökohtaisilla annosmittareilla. Mittaustulokset ilmoitetaan suureina syväannos $H_p(10)$ ja pinta-annos $H_p(0,07)$, jotka ovat (useimmiten) efektiivisen annoksen ja ihon ekvivalenttiannoksen riittävän tarkkoja likiarvoja. Jos syväannos tai pinta-annos on suuri, selvitetään altistustilanne ja arvioidaan henkilön efektiivinen annos tai ihon ekvivalenttiannos. Mittaustulokset (syväannokset) eivät vastaa efektiivistä annosta käytettäessä henkilökohtaisia säteilysuojaimia (röntgensäteilyn käyttö terveyden-

huollossa ja eläinlääketieteessä), jolloin syväannoksesta saadaan efektiivinen annos jakamalla se kertoimella 10–60. Annosmittari sijoitetaan henkilökohtaista suojainta (esimerkiksi lyijyesiliinaa) käytettäessä suojaimen päälle, koska annosmittarin mittaustulos kuvaa tällöin myös suojaamattomiksi jäävien kehonosien altistusta.

Työntekijöille sisäisestä säteilystä aiheutuneet annokset määritetään eritenäytteistä tai kokokehomittauslaitteistolla tehdyistä kehon aktiivisuusmittauksista. Mitatusta aktiivisuudesta lasketaan työntekijän efektiivinen annos, joka tallennetaan annosrekisteriin.

Pienin annosrekisteriin kirjattava annos (kirjauskynnys) syväannokselle on ydinvoimalaitoksissa työskenteleville 0,1 mSv/kk ja muille 0,1 mSv/kk tai 0,3 mSv/3 kk mittaussakson pituudesta riippuen. Pinta-annoksen kirjauskynnys on vastaavasti joko 2 mSv/kk tai 6 mSv/3 kk.

EU:n alueelle säteilytyöhön lähtevät, säteilytyöluokkaan A kuuluvat työntekijät tarvitsevat säteilypassin. Säteilypassi koostuu STUKista tilattavasta säteilyaltistuksen seuranta-asiakirjasta (ote annosrekisteristä) ja terveystarkkailusta vastaavan lääkärin kirjoittamasta todistuksesta. Seuranta-asiakirja on esitettävä ulkomaiselle toiminnan harjoittajalle, joka merkitsee siihen säteilytyön kestoa, säteilyaltistusta ja mahdollista terveystarkastusta koskevat tiedot. Kun ulkomailla

tehty säteilytyö on päättynyt, asiakirja palautetaan STUKiin tietojen annosrekisteriin tallentamista varten.

Annostarkkailu vuonna 2003

Annostarkkailussa oli 10 900 työntekijää 1 160:ssä eri työpaikassa. Annoskirjauksia tehtiin yhteensä 135 000 kappaletta. Työntekijöiden työsuhteista 32 % on kirjattu säteilytyöluokkaan A ja 67 % säteilytyöluokkaan B. Luokitusta ei ole ilmoitettu 1 %:ssa työsuhteista.

Kenenkään työntekijän efektiivinen annos ei ylittänyt vuosiannosrajaa 50 mSv eikä viiden vuoden annosrajasta laskettua vuosikeskiarvoa 20 mSv. Kenenkään työntekijän käsien annos ei myöskään ylittänyt vuosiannosrajaa 500 mSv. Säteilyn käytössä kokonaisannos oli 9 % ja ydinenergian käytössä 42 % pienempi kuin edellisellä vuonna. Ydinenergian käytössä kokonaisannokset vaihtelevat vuosittain huomattavasti riippuen vuosihuoltojen pituudesta ja tehtävistä huolto- töistä.

Terveydenhuollossa suurin röntgensäteilystä aiheutunut syväannos 35 mSv kirjattiin radiologille. Tämä vastaa 0,6–3,5 mSv:n efektiivistä annosta. Terveydenhuollossa käytetään röntgenlaitteiden lisäksi myös muita säteilylähteitä, joiden käyttäjiltä mitatut syväannokset ovat efektiivisen annoksen likiarvoja. Suurin efektiivinen annos terveydenhuollossa oli 4 mSv. Suurin sormiannos 203 mSv kirjattiin avolähteitä käyttäneelle laboratoriohoitajalle.

Eläinlääketieteessä suurin syväannos oli 14,9 mSv ja se mitattiin eläinten hoitajalta. Annos vastaa 0,3–1,5 mSv:n efektiivistä annosta. Eläinlääketieteessä ainoastaan muutama (2–6) henkilö vuosittain käyttää röntgenlaitteiden ohella muitakin säteilylähteitä (avolähteitä). Näiden avolähteiden käyttäjien suurin efektiivinen annos vuonna 2003 oli 0,1 mSv.

Suurin teollisuudessa mitattu syväannos oli 10 mSv ja tämä annos oli peräisin useammasta kuin yhdestä säteilylähteestä. Yleensä suurimmat säteilyannokset teollisuudessa aiheutuvat avolähteiden ja teollisuuden röntgensäteilylaitteiden käytöstä. Osa teollisuudessa työskentelevistä

teollisuuskuvaajista työskentelee myös ydinvoimalaitoksilla. Ydinvoimalaitoksilla työskennellessään heille aiheutuneet säteilyannokset laske- taan mukaan aineenkoetuksessa työskentelevien annokseen (ks. taulukko XIII).

Tutkimuksen ja opetuksen alalla suurin syväannos oli 13 mSv, ja se kirjattiin avolähteitä käyttäneelle henkilölle. Tutkimustyössä aiheutu- neesta kokonaisannoksesta suurimman osan saa vain muutama henkilö. Muille henkilöille aiheu- tuneet annokset ovat vähäisiä tai alle kirjauskyn- nyksen.

Suomalaisilla ydinvoimalaitoksilla työskente- levien työntekijöiden kokonaisannos oli 2,0 Sv. Tästä 1,6 Sv kirjattiin ulkopuolisille työntekijöille ja 0,4 Sv voimalaitosten omille, vakituisille työn- tekijöille. Suomen ydinvoimalaitoksilla työskente- li annostarkkailussa olleita vakituisia työntekijöi- tä 904 henkilöä, joista 424:llä oli kirjauskynnyk- sen ylittävä annos. Ulkopuolisia työntekijöitä oli 1 864, joista 1 127:llä oli kirjauskynnyksen ylittä- vä annos. Suurin syväannos 19 mSv aiheutui mekaanisissa ja kunnossapitotöissä toimineelle henkilölle. Osan säteilyaltistuksestaan henkilö sai ruotsalaisessa ydinvoimalaitoksessa.

Sisäisestä säteilyaltistuksesta aiheutuvia, yli 0,1 mSv:n ylittäviä efektiivisiä annoksia oli yh- deksällä ydinvoimalaitostyöntekijällä ja yhdellä tutkimuksen alalla työskentelevällä. Näiden työn- tekijöiden sisäisestä altistuksesta aiheutuva yh- teenlaskettu annos oli 2,2 mSv.

Annostarkkailussa vuonna 2003 olleiden työn- tekijöiden lukumäärät esitetään taulukossa XI ja työntekijöiden yhteenlasketut annokset toimi- aloittain taulukossa XII. Taulukoissa on vertailun vuoksi esitetty vastaavat tiedot myös vuosilta 1999–2002. Taulukossa XIII on esitetty säteilylle paljon altistuvien tai lukumääräisesti isojen työn- tekijäryhmien annostietoja vuodelta 2003.

Asiakirjat ja selvitykset vuonna 2003

Annosrekisteristä annettiin 38 säteilyaltistuksen seuranta-asiakirjaa. Työntekijöiden annosselvi- tyksiä tehtiin vuoden aikana 39 kappaletta ja aiempien mittaustietojen perusteella tehtiin yksi selvitys ammattitautiepäilyn vuoksi.

Taulukko XI. Annostarkkailussa olleiden työntekijöiden lukumäärät vuosina 1999–2003.

Vuosi	Työntekijöiden lukumäärä toimialoittain						
	Terveystenhoolto		Eläinlääketiede	Teollisuus	Tutkimus ja opetus	Ydinenergian käyttö	Yhteensä ^{*)}
	Röntgensäteilylle altistuvat	Muile säteilylähteille altistuvat					
1999	4 435	990	278	1 125	1 378	2 403	10 502
2000	4 530	954	292	1 032	1 255	2 826	10 757
2001	4 576	919	288	1 128	1 362	2 753	10 899
2002	4 697	891	296	1 180	1 209	3 055	11 190
2003	4 741	906	305	1 114	1 109	2 862	10 901

^{*)} Tässä sarakeessa tietyllä rivillä oleva luku ei välttämättä ole sama kuin vastaavalla rivillä muissa sarakeissa olevien lukujen summa, koska terveydenhuollossa on henkilöitä, jotka altistuvat sekä röntgensäteilylle että muulle säteilylle ja teollisuudessa on henkilöitä, jotka työskentelevät myös ydinenergian käytön parissa.

Taulukko XII. Toimialakohtaiset kokonaisannokset (syväannosten summat) vuosina 1999–2003.

Vuosi	Kokonaisannos (Sv)						
	Terveystenhoolto		Eläinlääketiede	Teollisuus	Tutkimus ja opetus	Ydinenergian käyttö	Yhteensä
	Röntgensäteilylle altistuvat	Muile säteilylähteille altistuvat					
1999	1,60	0,10	0,04	0,15	0,07	2,78	4,74
2000	1,63	0,11	0,07	0,22	0,10	4,40	6,53
2001	1,68	0,11	0,06	0,22	0,10	2,58	4,75
2002	1,69	0,13	0,07	0,24	0,09	4,12	6,36
2003	1,55	0,12	0,07	0,20	0,09	2,38	4,41

Taulukko XIII. Eräiden työntekijäryhmien annostietoja (syväannokset) vuodelta 2003.

Työntekijäryhmä	Työntekijöiden lukumäärä (kpl)	Kokonais-annos (Sv)	Annosten keskiarvo (mSv)		Suurin annos (mSv)
			Kirjauskynnyksen ^{*)} ylittäneet työntekijät	Kaikki annostarkkailussa olleet työntekijät	
Kardiologit	148	0,53	4,5	3,6	25,2
Radiologit	592	0,48	2,3	0,8	34,6
Toimenpideradiologit	20	0,13	7,4	6,7	25,7
Kirurgit	253	0,12	2,4	0,5	27,4
Röntgenhoitajat	2 546	0,12	0,6	0,0	3,1
Teollisuuskuvajaajat	345	0,09	1,1	0,3	5,4
Tutkijat	864	0,04	1,4	0,0	9,6
Ydinvoimalaitoksissa työskentelevät					
• mekaaniset työt	711	0,70	1,4	1,0	14,4
• siivous	233	0,29	2,1	1,2	12,7
• aineenkoestus	200	0,21	1,3	1,0	9,3
• eristetyöt	74	0,18	2,7	2,4	9,0
• säteilysuojelu	65	0,11	1,9	1,7	8,5
• käyttöhenkilökunta	238	0,09	0,7	0,4	4,0
^{*)} Kirjauskynnys ydinvoimalaitoksissa työskenteleville on 0,1 mSv/kk ja muille 0,1 mSv/kk tai 0,3 mSv/3 kk mittausjakson pituudesta riippuen.					

2.6 Radioaktiiviset jätteet

STUKin ylläpitämään radioaktiivisten jätteiden kansalliseen pienjätevarastoon on kuljetettu vuoden 2003 loppuun mennessä 159 jätepakkausta. Merkittävimpien varastossa olevien jätteiden aktiivisuus tai massa on esitetty taulukossa XIV.

Ennen jätteiden toimittamista pienjätevaras-

toon ne kuljetetaan välivarastoon, joka sijaitsee STUKin Roihupellon toimitilojen yhteydessä. Vuonna 2003 STUKin välivarastoon otettiin vastaan 39 pienjätelähetystä, joissa oli yhteensä 111 kolliä. Taulukossa XV on esitetty STUKiin vuonna 2003 toimitettujen jätteiden aktiivisuus tai massa.

Taulukko XIV. Merkittävimmät radioaktiiviset pienjätteet Olkiluodon varastossa (joulukuu 2003).

Radionuklidi	Aktiivisuus (GBq) tai massa
H-3	18 493
Co-60	248
Kr-85	1 153
Sr-90	142
Cs-137	1 960
Ra-226	230
U-238	442 kg
Pu-238	1 647
Am-241	1 003
Cm-244	83

Taulukko XV. STUKiin vuonna 2003 vastaanotetut radioaktiiviset pienjätteet.

Radionuklidi	Aktiivisuus (GBq) tai massa
H-3	4,0
Co-60	4,2
Ni-63	3,0
Kr-85	79
Sr-90	0,4
Cs-137	220
Pm-147	14
Ra-226	0,3
U-238	10 kg
Am-241	68
Cm-244	29
Pu-238	1,0

2.7 Poikkeustapahtumat

Vuoden 2003 aikana STUK tutki 14 tapausta, joihin liittyi tai joihin epäiltiin liittyvän normaalista poikkeava tapahtuma tai tilanne ionisoivan säteilyn käytössä. Tapauksista 8 koski säteilyn käyttöä teollisuudessa ja tutkimuksessa sekä 6 säteilyn käyttöä terveydenhuollossa.

Jäljempänä olevissa tapausselostuksissa on esitetty tutkitut poikkeustapahtumat ja niiden syyt sekä toimenpiteet, joihin kunkin tapahtuman johdosta on ryhdytty.

Tapahtuma 1

Romunkäsittelylaitokseen tuodun metallikaapin ulkopinnalta mitattiin annosnopeudeksi 2–3 $\mu\text{Sv}\cdot\text{h}^{-1}$. Metallikaappi oli tullut laitokselle Puolustusvoimilta. Gammaspektrometrinen mittaus

paljasti säteilyn alkuperäksi radium-lähteen (^{226}Ra). Kaapin sisällön tutkimus osoitti, että säteilevä kappale on mittaritaulu. Romunkäsittelylaitos luovutti STUKin luvalla mittaritaulun Puolustusvoimien edustajille.

Tapahtuma 2

Lämpövoimalaitos oli ajettu alas ja sen kaasugeneraattori ei ollut käytössä. Jostakin syystä kaasugeneraattoriin syntyi niin paljon jälkilämpöä, että siilon yläosissa tapahtui terva-/rasvapalo, joka saatiin nopeasti sammumaan. Siilossa oleva pinnankorkeusmittalaite, joka sisälsi säteilylähteen (^{60}Co , 3,7 GBq), mustui tulipalossa. Mittaus-ten ja havaintojen perusteella mittalaitteen lyijysuojavaippa oli tulipalossa säilynyt ehjänä, mutta laitteen säteilyvaaramerkki oli mustunut.

STUK määräsi asentamaan laitteeseen uuden säteilyvaaramerkin vaurioituneen tilalle.

Tapahtuma 3

Palotarkastuksessa löydettiin erään yrityksen väestönsuojatiloista viisi ^{137}Cs -säteilylähdettä (0,74–22,2 GBq). Yritys on aiemmin harjoittanut säteilylähteitä sisältävien pinta- ja tiheysmittarien kauppaa ja säilyttänyt säteilylähteitä väestönsuojatiloissa. Säteilylaitteiden edustuksen loputtua yritys haki STUKilta turvallisuuslupan lakkauttamista, mutta lakkauttamispyynnössä oli epähuomiossa jäänyt mainitsematta väestönsuojassa olevat säteilylähteet.

Yritys toimitti säteilylähteet STUKiin. STUK antoi yritykselle valistusta säteilylähteiden vaaroista.

Tapahtuma 4

Selluloosatehtaalla rakennettiin selluloosakeittimen sisäpuolelle telineitä keittimen tarkastusta varten. Keittimen yläosassa oli säteilylähteen (^{60}Co , 2,3 GBq) sisältävä pintakytkin. Keittimen tarkastusta varten oli haettu säiliötyö lupa, jossa oli myös pyydetty säteilevän laitteen sulkemista. Laite suljettiin ennen tarkastustyön aloittamista, mutta telineet oli ehditty rakentaa jo ennen sulkemista. Kolme rakennusmiestä altistui telineitä tehdessään säteilylle noin puolentoista tunnin ajan.

Altistuneiden efektiivisen annoksen tarkka arvioiminen on vaikeata, mutta kenenkään rakennusmiehen annos ei kuitenkaan ylittänyt väestön vuosiannosrajaa 1 mSv.

Toiminnan harjoittajaa kehoitettiin vastaisuudessa varmistumaan siitä, että kaikki työluvassa mainitut toimenpiteet on ennen töiden aloittamista suoritettu.

Tapahtuma 5

Lämpövoimalaitoksen murskasäiliön ohituspellin korjauksessa unohdettiin säteilylähteen (^{137}Cs , 185 MBq) sisältävän pintakytkimen suljin lukita ”kiinni”-asentoon. Kaksi työntekijää työskenteli säiliössä noin 30 minuutin ajan murskaterien päällä seisten. Heidän jalkansa polven korkeudel-

ta altistuivat pintakytkimestä tulevalle säteilylle. Työntekijät saivat polven korkeudelle noin 20–30 μSv :n suuruisen annoksen.

Toiminnan harjoittajaa kehoitettiin tekemään säiliötyöohje ja luettelo toimenpiteistä, jotka on tehtävä ennen säiliöön menoa.

Tapahtuma 6

Pieni lapsi joutui lentokentällä matkatavaran kuljetinjärjestelmään ja kulkeutui matkatavaroiden läpivalaisussa käytettävään röntgenlaitteeseen. Lapsi ei loukkaantunut kuljetusjärjestelmässä, mutta altistui röntgensäteilylle. Lapsen saama säteilyannos oli 1,5 μSv .

Toiminnan harjoittaja kouluttaa lähtöselvitysvirkailijoita ja tarkistaa lähtöselvitysporttien rakenteet sekä lukitusjärjestelmät.

Tapahtuma 7

Romunkäsittelylaitokseen tuodun romumetallin joukosta löytyi hitsausauman tarkastukseen käytettävän säteilylähteen köyhdytetystä uraanista valmistettu teräskapseloitu suojus. Säteilylähde ei ollut suojuksen sisällä. Suojus toimitettiin STUKiin. Suojuksessa olevan uraanin aktiivisuudeksi arvioitiin noin 2 GBq.

Tapahtuma 8

Tarkastuksen yhteydessä todettiin, että tutkimuslaitoksen analysaattorista on kadonnut säteilylähde (^{241}Am , 370 MBq). Säteilylähdettä ei laajoista etsinnöistä huolimatta löydetty. Toiminnan harjoittajaa nuhdeltiin kirjallisesti säteilylähteen katoamisesta. Noin vuoden kuluttua säteilylähde löytyi toiminnan harjoittajan omista tiloista. Säteilylähde oli pakattu lyijysuojukseen, joten siitä ei aiheutunut altistusta tai vaaraa lähteen käsitelijälle.

Tapahtuma 9

^{153}Sm -EDTMP-hoitoannosta potilaalle annettaessa radiolääkettä roiskui ympäristöön ja paikalla olleiden henkilöiden päälle. Syynä oli se, että kannyly ei ollut kunnolla suoneissa. Tapauksen jälkeen oli ruiskussa 5 ml:n lääkeannoksesta (kokonaisannos 2,62 GBq) jäljellä 3 ml, joten arviolta 2 ml (aktiivisuus 1,05 GBq) roiskui ympäristöön.

Potilaan suoneen ei todennäköisesti mennyt lainkaan radiolääkettä. Potilas pesi välittömästi iholle tulleet roiskeet ja sai ohjeet mennä kotona suihkuun, vaihtaa vaatteet ja pestä päällä olleet vaatteet pesukoneessa. Ympäristöstä roiskeet imeytettiin selluloosavanuun ja pinnat puhdistettiin. Myös muut paikalla olleet henkilöt kävivät suihkussa ja vaihtoivat vaatteensa.

Tapaus ei antanut aihetta jatkotoimenpiteisiin.

Tapahtuma 10

Eturauhasen lataushoidon yhteydessä kadotettiin 2 kappaletta ¹²⁵I-lähteitä. Potilaaseen ladattiin 86 kappaletta 4,5 mm:n pituisia, halkaisijaltaan 0,8 mm ja aktiivisuudeltaan 13,5 MBq olevia lähteitä. Latauksen jälkeen potilaasta otettujen tarkistuskuvien perusteella ja jäljelle jääneiden lähteiden laskennan perusteella havaittiin, että kaksi lähdettä puuttui. Etsinnöistä huolimatta kadonneita lähteitä ei löytynyt.

Todennäköistä on, että lähteet ovat joutuneet jätteisiin, vaikkei jätepussin ulkopuolelta tehdyssä mittauksessa säteilyä havaittukaan.

Tapahtuma 11

Potilas sai sädehoidossa annoslaskennan virheestä johtuvan yliannoksen. Potilaalle annettiin kahden vastakkaisen kentän periaatteella kokoaivojen sädehoito. Annosteluvirhe johtui laskentaohjelman käyttövirheestä, jossa potilaan paksuutta ei ollut syötetty ohjelmaan.

Sairaala on muuttanut laskentaohjelman tulosmuotoa, jotta vastaava virhe ei toistuisi.

Tapahtuma 12

Potilaalle annettiin luuydinsiirtoa edeltävänä hoitona kokokehon sädehoito, vaikka alkuperäisenä tarkoituksena oli hoitaa vain kehon kaikki imusolmukealueet. Valitusta kohdetilavuudesta johtuen potilaan pää ja genitaalialueet saivat suuremman annoksen kuin oli tarkoitettu.

Tapahtuma 13

Sädehoidossa annossuunnittelulaitteistolta hoitolaitteelle lähetetty tieto muuttui tiedonsiirron yhteydessä siten, että kolmen kentän hoidossa yksi kiilakenttä muuttui avokentäksi. Virhe kuitenkin havaittiin kuuden hoitokerran jälkeen, jolloin aiemmin tullut yliannos voitiin kompensoida.

Laitevalmistaja on korjannut virheellisesti toimineen siirto-ohjelmiston.

Tapahtuma 14

Sädehoidossa röntgenhoitaja jäi hoituhuoneeseen viimeistelemään potilaan asettelua, kun inhimillisen virheen johdosta toinen hoitaja käynnisti sädehoitolaitteen. Huoneessa ollut hoitaja havaitsi koneen käynnistyvän ja poistui välittömästi huoneesta. Hoitajan saama annos oli noin 30 µSv.

Tapausten johdosta sairaala kiinnitti sisäisessä koulutuksessa erityistä huomiota hoitajien valpauteen ja hätäkytkinten käyttöön.

3 Luonnonsäteilylle altistavan toiminnan valvonta

3.1 Yleistä

Säteilylain 45 §:n mukaan toiminnan harjoittaja, joka käyttää luonnossa olevia maa-, kivi- tai muita aineksia elinkeinotoiminnassa, on velvollinen selvittämään toiminnasta aiheutuvan säteilyaltistuksen, jos ilmenee tai perustellusti epäillään, että toiminta on säteilytoimintaa. Sama velvollisuus on työnantajalla, jonka työtiloissa tai muussa työskentelypaikassa todetaan tai perustellusti epäillään, että luonnonsäteilystä kohdistuu ihmiseen säteilyaltistusta, joka aiheuttaa tai saattaa aiheuttaa terveydellistä haittaa.

3.2 Radon

Radon työpaikoilla

Työpaikoilla suurimman luonnonsäteilyaltistuksen aiheuttaja on hengitysilman radon. STUKin valvontakohteita ovat maanalaiset kaivokset, louhintatyömaat ja muut maanalaiset työtilat samoin kuin muutkin työpaikat, joiden ilmassa on huomattavan suuri radonpitoisuus. Radonpitoisuuden toimenpidearvo säännöllisessä työssä on $400 \text{ Bq}\cdot\text{m}^{-3}$.

Toiminnan harjoittaja on velvollinen ilmoittamaan työpaikalla tehdyn radonmittauksen tuloksen STUKille silloin, kun pitoisuus ylittää $400 \text{ Bq}\cdot\text{m}^{-3}$. Vuoden 2003 aikana STUK sai ilmoituksen yhteensä 220:sta radonpurkkimittauksen tuloksesta sekä 64:sta jatkuvatoimisella mittalaitteella tehdystä työnaikaisen radonpitoisuuden selvityksestä. Ilmoitetuista mittauksista 133 koski ensimmäistä työpisteessä mitattua radonpitoisuuden toimenpidearvon ylitystä, loput olivat aiemmin mitattuihin ylityksiin liittyviä lisäselvityksiä. STUKin valvonnassa oli vuoden aikana yhteensä 148 työpaikkaa ja näissä yhteensä 276 työpistettä.

Radonmittausten tulosten perusteella yrityksiin lähetettiin yhteensä 136 tarkastuspöytäkirjaa. Pöytäkirjoissa vaadittiin tehtäväksi radonkorjaus tai työnaikaisen radonpitoisuuden selvitys 96 työpisteessä ja mittaus toisena vuoden aikana vuosikeskiarvon määrittämiseksi 24 työpisteessä. Vaikka radonpitoisuus olikin 28 työpisteessä suurempi kuin $400 \text{ Bq}\cdot\text{m}^{-3}$, vaatimuksia ei asetettu, koska vuotuinen työaika näissä pisteissä oli normaalia lyhyempi. Onnistuneiden radonkorjausten perusteella valvonta lopetettiin vuoden aikana 21 työpisteessä. Lisäselvitysten (työnaikainen mittaus tai vuosikeskiarvon määrittäminen) perusteella valvonta lopetettiin yhteensä 50 työpisteen osalta. Muiden syiden (esimerkiksi tilan käytöstä poistaminen) perusteella valvonta päättyi 36 työpisteessä. Tekemättä jätettyjen korjaustoimenpiteiden tai selvitysten takia kehotuksia annettiin 49 työpaikalle. Lisäksi yhdelle työpaikalle määrättiin työaikakirjanpito ja säännölliset radonmittaukset työntekijöiden altistuksen seuraamiseksi. Vuoden lopussa valvonnassa oli yhteensä 90 työpaikkaa ja 141 työpistettä.

Radontarkastus tehtiin kahdessa maanalaisessa kaivoksessa, joissa kummassakin keskimääräiset radonpitoisuudet alittivat toimenpidearvon $400 \text{ Bq}\cdot\text{m}^{-3}$. Maanalaisia louhintatyömaita tarkastettiin neljä, joista yhdessä radonpitoisuus ylitti toimenpidearvon. Työntekijöiden altistusta seurattiin säännöllisten radonmittausten ja työaika-seurannan avulla kunnes radonpitoisuudet saatiin pienennetyiksi alle toimenpidearvon.

Radonmittalaitteiden hyväksyntä

Työntekijöiden säteilyaltistuksen määrittämiseen käytettävällä radonpitoisuuden mittalaitteella tai mittausmenetelmällä on oltava STUKin hyväksyntä. Hyväksynnän edellytyksenä on, että mitta-

laite on asianmukaisesti kalibroitu. Taulukossa XVI on lueteltuna organisaatiot (yritys, yhteisö, laitos tai vastaava), joiden mittalaitteet on hyväksytty työntekijöiden radonaltistuksen määrittämiseen ja joiden laitteilla on voimassa oleva kalibrointi. Taulukossa on päivämäärä, johon mennessä mittalaite on kalibroitava uudelleen, jotta hyväksyntä olisi voimassa.

3.3 Muu maaperästä tuleva luonnonsäteily

STUK valvoo talousveden radioaktiivisuutta ohjeen ST 12.3 perusteella. Ohje koskee sellaisten vesilaitosten jakamaa vettä, jota enemmän kuin 50 henkilöä tai 10 asuinhuoneistoa käyttää talousvetenä. Vuoden 2003 aikana laadittiin tarkastuspöytäkirja yhteensä 21 vesinäytteen aktiivisuusmittauksesta. Kolmessa tapauksessa kehoitettiin pienentämään vedessä olevien radioaktiivisten aineiden pitoisuutta. Pääasiallisena syynä pitoisuusrajojen ylittymiseen oli veden radon. Korjaustoimille asetettiin vuoden määräaika.

Eräälle tuotantolaitokselle tehtiin tarkastuksen selvittämiseksi, aiheutuuko jauhatuksessa käytettyjen luonnon radioaktiivisia aineita sisältävien zirkoniumhelmien käsittelystä työntekijöille säteilyaltistusta. Altistuminen todettiin niin vähäiseksi, ettei erityisiä toimia altistuksen rajoittamiseksi tai tarkkailemiseksi katsottu tarpeelliseksi. Lisäksi annettiin lausunto urheilukentän pinnoitusmateriaalina käytetyn punamurskeen radioaktiivisuudesta ja siitä aiheutuvasta säteilyaltistuksesta.

3.4 Avaruussäteily

Jos lentotyötä tekevien työntekijöiden efektiivinen annos voi ylittää vuodessa arvon 1 mSv, on työntekijöille säteilyasetuksen (muutos 1143/1998) 28 a §:n mukaan järjestettävä säteilyaltistuksen seuranta ja terveystarkkailu samojen periaatteiden mukaan kuin säteilytyötä tekeville työntekijöille.

Avaruussäteilystä lentotyötä tekeville aiheutuvaa altistusta on Suomessa seurattu vuodesta 1992 lähtien. Annokset arvioidaan erillisen laskentaohjelman avulla. Laskennassa otetaan huomioon työntekijöiden lentoreitit ja lentoajat sekä avaruussäteilyn annosnopeuden muutokset 8–12 km:n lentokorkeuksilla. Lentohenkilöstölle avaruussäteilystä aiheutuneita henkilökohtaisia annoksia on kirjattu annosrekisteriin vuodesta 2001 lähtien.

Henkilökohtaiset säteilyannokset vuonna 2003

Annosrekisteriin kirjattiin Finnair Oyj:n ja Oy Air Finland Ltd:n työntekijöiden annokset. Suurin avaruussäteilystä aiheutunut henkilökohtainen vuosiannos oli lentäjillä 4,2 mSv ja matkustamohenkilöstöön kuuluvilla 4,7 mSv. Kenenkään työntekijän annos ei ylittänyt toimenpiderajaa 6 mSv. Lentäjien vuosiannosten keskiarvo oli 1,5 mSv ja matkustamohenkilöstön 1,7 mSv. Henkilökohtaisessa säteilyaltistuksen seurannassa olleiden työntekijöiden lukumäärät ja työntekijöiden yhteenlasketut efektiiviset annokset esitetään taulukossa XVII, jossa vertailun vuoksi on esitetty samat tiedot myös vuosilta 2001–2002. Taulukossa on esitetty erikseen lentäjien ja matkustamohenkilöstön tiedot.

Taulukko XVI. Organisaatiot, joiden mittalaitteet on hyväksytty työntekijöiden radonaltistuksen määrittämiseen.

Organisaatio	Mittalaite	Kalibrointi voimassa	Huomautus
Gammadata Mättek- nik i Uppsala AB/ Gammadata Finland Oy, Helsinki	Alfajälki-ilmaisimeen perustuva radonmit- tauspurkki	1.7.2004	Purkkimittausmenetelmällä voidaan määrittää radonpitoisuuden pitkän aikavälin keskiarvo. Menetelmä ei sovellu radonpitoisuuden ajallisten vaihteluiden selvittämiseen. Menetelmä on hyväksytty myös asuntojen radonmittauksiin.
<ul style="list-style-type: none"> • Etelä-Karjalan ammattikorkeakoulu • Lahden kaupunki • Turun ammatti- korkeakoulu • Tampereen ammat- tikorkeakoulu 	<ul style="list-style-type: none"> • Pylon AB-5 • Pylon AB-5 • Pylon AB-5 • Pylon AB-5 ja Alpha Guard 	<ul style="list-style-type: none"> • 28.10.2004 • 18.7.2004 • 13.6.2004 • 23.10.2004 23.10.2004 	Jatkuvatoimiset mittalaitteet, joilla voidaan rekisteröidä radonpitoisuuden ajalliset vaihtelut. Laitteet soveltuvat työnaikaisen radonpitoisuuden selvityksiin.

Taulukko XVII. Henkilökohtaisessa säteilyaltistuksen seurannassa olevan lentohenkilöstön määrä ja avaruussäteilyn efektiivinen kokonaisannos vuosina 2001–2003.

Vuosi	Työntekijöiden lukumäärä		Kokonaisannos (Sv)	
	Lentäjät	Matkustamohenkilöstö	Lentäjät	Matkustamohenkilöstö
2001	677	1 751	1,14	3,03
2002	692	1 799	1,07	2,93
2003	739	1 746	1,09	3,02

4 Ionisoimattoman säteilyn käytön valvonta

4.1 Yleistä

Ionisoimattomalla säteilyllä tarkoitetaan ultra-violettisäteilyä, näkyvää valoa, infrapunasäteilyä, radiotaajuista säteilyä sekä pientaajuisia ja staattisia sähkö- ja magneettikenttiä. STUK valvoo ionisoimatonta säteilyä aiheuttavien toimintojen, joihin valvonta ei ole suoraan rinnastettavissa ionisoivan säteilyn käytön valvontaan. STUKin valvonta suuntautuu erityisesti sellaisiin turvallisuusmerkitystä omaaviin kohteisiin, jotka eivät kuulu muun viranomaisen valvontaan.

STUKille kuuluva ionisoimattoman säteilyn valvonta perustuu säteilylakiin ja sen nojalla annettuihin säädöksiin.

4.2 Optinen säteily

Solariumien ja valohoitolaitteiden valvonta

Solariumien käyttöpaikkoja tarkastettiin 31 kappaletta ja vastaavasti niissä olevia solariumlaitteita 41 kappaletta. Tarkastuksissa kiinnitettiin erityistä huomiota siihen, että laitteiden UV-säteilyn voimakkuus ja ohjeet käyttäjille (muun muassa vuosittaiset suositellut käyttömäärät) ovat sosiaali- ja terveysministeriön (STM) ionisoimattoman säteilyn väestölle aiheuttaman altistumisen rajoittamisesta antaman asetuksen (294/2002) mukaisia ja että toiminnan harjoittajat ovat tietoisia asetuksen vaatimuksesta rajoittaa alle 18-vuotiaiden solariumien käyttöä. Toimintavuoden aikana tehtyä tutkimusta ”Muutokset solariumien käyttöpaikkojen säteilyturvallisuuksessa 1998–2002” käsitellään luvussa 6.

Psoriasisliiton kanssa aloitettiin yhteistyö sen selvittämiseksi, miten liiton jäsenyhdistysten hallinnassa olevien ja potilaille kotikäyttöön vuokrattavien UVB-valohoitolaitteiden käytön turvallisuutta voidaan parantaa. Lisäksi tuli ilmi, että sekä sairaaloiden että yksityisen sektorin valo-

hoitoyksiköissä on sattunut vuosittain muutamia potilasvahinkoja, joiden syynä on joko laitevika tai hoitovahinko. Näistä laitevioista ei kuitenkaan ole tehty asiaankuuluvaa ilmoitusta Lääkelaitokselle.

CENELEC (European Committee for Electrotechnical Standardization) hyväksyi toukokuussa 2003 STM:n asetuksen mukaisen solariumlaitteiden käyttöä koskevan maksimi-UV-vuosiannoksen Suomelle niin sanotuksi A-poikkeamaksi eurooppalaisesta standardista EN 60335-2-27. Käytännössä tämä on kolmasosa kyseisessä standardissa esitetystä arvosta ja se merkitsee noin 20 solariumkäyntikertaa vuodessa.

Muu valvonta

Yleisöesityksissä käytettäviä suuritehoisia laserlaitteistoja tarkastettiin yksi kappale.

Pohjamaalin kovetukseen käytettävän UV-laitteen säteilyturvallisuuksista annettiin lausunto.

4.3 Sähkömagneettiset kentät

Matkapuhelimien markkinavalvonta

Markkinoilla olevien matkapuhelimien markkinavalvonta käynnistettiin. Kahdentoista matkapuhelinmallin SAR-arvot mitattiin standardin EN 50361 mukaisesti. Suurin mitattu SAR-arvo oli $1,12 \text{ W} \cdot \text{kg}^{-1}$, mikä ei ylittänyt STM:n asetuksessa säädettyä enimmäisarvoa $2 \text{ W} \cdot \text{kg}^{-1}$. Kymmenen mallin kohdalla valmistajan ilmoittamien ja STUKin mittaamien SAR-arvojen ero pysyi standardin määrittelemissä rajoissa eli oli vähemmän kuin 30 %.

Magneettikuvauslaitteiden valvonta

Magneettikuvauslaitteiden teknisessä kehittämisessä tarvittavien koehenkilökuvausten osalta todettiin, että kuvauksia varten on Teknillisen korkea-

koulun (TKK) AMI-keskuksen ja Philips Medical Systemsin haettava eettisen toimikunnan puoltavaa lausuntoa. Turvallisuuden varmistamiseksi kuvauksissa on noudatettava standardissa EN 60601-2-33 esitettyjä vaatimuksia. STUKin opastuksella kuvausten turvallisuus saatiin riittävän hyvälle tasolle.

Muu valvonta

Käyttö- ja olosuhdevalvontana tehtiin radio- ja tutkalaitteiden sekä matkapuhelimien tukiasemien tarkastuksia viisi kappaletta.

Mastohankkeen säteilyturvallisuudesta ja gsm-tukiaseman aiheuttamasta säteilyaltistuksesta annettiin lausunnot.

4.4 Poikkeustapahtumat

Poikkeavasta tapahtumasta ilmoittaminen, mitä säteilyasetuksen 17 § edellyttää, koskee myös

poikkeustapahtumia ionisoimattoman säteilyn käytössä (ks. kohta 2.1). Vuonna 2003 STUKin tietoon tuli yksi solariumtoimintaa koskeva poikkeustapahtuma.

Tapahtuma 1

Asiakas sai palovammoja ihoonsa liikuntakeskuksen solariumissa. Mittauksissa todettiin solariumlaitteen UV-annosnopeuden ylittävän sallitut rajat. Lamppujen toimittaja ei ollut huomannut, että ulkomailta hankitut UV-lamput eivät olleet sitä lampputyyppiä, mitä tilattiin. Toimitettujen lamppujen UV-säteily oli voimakkaampaa kuin oli tarkoitus.

STUK määräsi solariumlaitteen lamput vaihdettaviksi.

5 Säännöstötyö

5.1 ST-ohjeet

Säteilylainsäädännön mukaisen turvallisuustason toteuttamista varten STUK julkaisee säteilyn käyttäjille ja luonnonsäteilylle altistavan toiminnan harjoittajille tarkoitettuja ST-ohjeita.

Vuonna 2003 julkaistiin seuraavat ohjeet:

ST 1.7 Säteilysuojelukoulutus terveydenhuollossa

ST 2.1 Sädehoidon laadunvarmistus

ST 6.3 Säteilyn käyttö isotooppilääketieteessä

ST 9.1 Solariumlaitteiden säteilyturvallisuusvaatimukset ja valvonta

ST 9.2 Pulssitutkien säteilyturvallisuus

ST 9.3 ULA- ja TV-asemien mastotöiden säteilyturvallisuus

ST 12.2 Rakennusmateriaalien ja tuhkan radioaktiivisuus.

Ennen ohjeen ST 9.1 julkaisua käytiin neuvottelu EU:n komission Enterprise-direktooraatin kanssa

ohjeen mahdollisesti aiheuttamista kaupan esteistä. Koska varsinaiset juridisesti sitovat määräykset on annettu STM:n asetuksessa (294/2002), todettiin, että ohje ST 9.1 ei ole kaupan este.

5.2 Muu säännöstötyö

STUK osallistui STM:n puolesta radioaktiivista ainetta sisältävien runsasaktiivisten umpilähteiden ja orpojen lähteiden valvontaa koskevan direktiivin käsittelyyn EU:n neuvoston atomiasioiden työryhmässä. Kyseinen direktiivi astui voimaan 31.12.2003.

NIR-laboratorio avusti STM:ää sähkömagneettisia kenttiä koskevan työsuojeludirektiivin valmistelussa. Direktiiviin saatiin sellaiset muutokset, jotka mahdollistavat STUKissa kehitetyn pinnottamattoman huippuarvon menetelmän soveltamisen laajakaistaisten sähkö- ja magneettikenttien aiheuttaman altistumisen arviointiin.

6 Tutkimus

STUKin tutkimustoiminnan tavoitteena on tuottaa tietoa, joka kehittää asiantuntemusta ja tukee viranomaistoimintaa ja onnettomuusvalmiuden ylläpitoa.

6.1 Ionisoiva säteily

DIMOND-projekti

DIMOND-projekti on EU:n rahoittama, digitaalista radiografiaa, radiologisia toimenpiteitä ja dosimetriaa käsittelevä projekti. Projektissa tutkitaan ja kehitetään röntgentutkimusten kliinisiä, teknisiä ja fysikaalisia laatukriteereitä ja -parametreja, potilasannosten määrittämistä, tutkimuskohtaisten vertailuannostasojen asettamista sekä toimenpideradiologiaan ja mammografiatutkimuksiin liittyviä erityiskysymyksiä.

Vuonna 2003 potilasdosimetriaa käsittelevien työpakettien ja röntgenkuvan matemaattista analyysiä käsittelevän työpaketin loppuraportit valmistuivat aikataulun mukaisesti. DIMOND-tulokset huomioidaan ja hyödynnetään muissa nyt meneillään olevissa ja tulevilla tutkimushankkeissa (digitaalikuventamisen laadunvarmistus, lasten tutkimusten annosten selvittäminen, DAP-mittarien kalibrointi). Tutkimustulokset ja niiden hyödyntäminen raportoitiin julkaisuissa ja esitelmissä.

Röntgentutkimusten potilasannosten laskenta

Röntgentutkimusten potilasannoksen (pinta-annos) laskentaan kehitetty ohjelma valmistui ja se on ostettavissa STUKin verkkosivujen (www.stuk.fi) kautta. Aiheeseen liittyen tehtiin myös kaksi julkaisua.

Tykösädehoidon annossuunnittelujärjestelmien tarkkuuden varmistaminen

Suunniteltiin ja testattiin tykösädehoidon annossuunnittelun tarkkuuden varmistamisessa tarvittavat menetelmät. Tuotettiin annossuunnitteluohjelmien tarkkuuden varmistamiseen soveltuva menetelmäohjeisto STO:n sisäiseen laatuohjeistoon ja otettiin se käyttöön tykösädehoidon tarkastuksissa. Ohjeisto perustuu pääosin IAEA:n TRS 398 ja TECDOC-1079 -ohjeisiin.

TT-laitteiden käytön optimoinnin parantaminen

Tietokonetomografiatutkimusten (TT-tutkimusten) määrä on jatkuvasti kasvanut ja laitetekniikan kehittyessä tutkimuksille on löydetty yhä uusia käyttökohteita. Vaikka TT-tutkimusten osuus on vain noin 5 % kaikista röntgentutkimuksista, niistä aiheutuu noin 40 % potilaiden kaikista röntgentutkimuksista yhteensä saamasta annoksesta. EU:n antamat laatukriteerit ja vertailutasot ovat osittain vanhentuneet, ja uusien monileikelaiteiden käytössä optimointi kuvanlaadun ja annoksen suhteen on usein painottunut liiaksi hyvän kuvanlaadun tavoitteluun. STUKin tutkimusprojektissa tavoitteena on

- laatia suositukset optimoinnin parantamiseksi
- päivittää TT-tutkimusten vertailutasot ja antaa vertailutasot myös lasten tutkimuksille
- kehittää tarkastuksiin soveltuva rutiinimenetelmä
- päivittää TT-tutkimusten laadunvarmistusopas (uusi opas julkaistaan STUK tiedottaa-sarjassa numerolla 1/2004).

BNCT-sädehoidon dosimetria

Vuonna 1998 alkanut, osittain EU:n rahoittama BNCT-sädehoitoa koskeva tutkimusprojekti lopui vuonna 2003. Vuoden aikana viimeisteltiin BNCT-sädehoidon dosimetriasta laadittu eurooppalainen suositus, joka luovutettiin EU:lle syyskuussa 2003. Suositus julkaistiin projektin koordinaattorin (ECN, Hollanti) raporttina tammi-kuussa 2004. Projektin ulkopuolisilta asiantuntijoilta pyydetään vielä lausunto raportista, minkä jälkeen raportti viimeistellään ja julkaistaan eurooppalaisena suosituksena vuonna 2004.

Opinnäytetyöt

Vuonna 2003 aloitettiin STO:lla kolme opinnäytetyötä. Töiden tuloksia voidaan hyödyntää STUKin toiminnassa tai tulokset vaikuttavat säteilyturvallisuuden paranemiseen Suomessa.

Digitaalisen kuvantamisen laadunvarmistus

Työn tavoitteena on

- laatia yhteenveto periaatteista, joita voidaan soveltaa erityyppisten digitaalisten kuvantamislaitteiden laadunvalvontaan
- selvittää, mitä suosituksia voidaan antaa digitaalisten röntgenkuvausjärjestelmien laadunvalvonnalle.

Lasten röntgentutkimusten vertailutasot

Työn tavoitteena on selvittää perusteet potilasnoksen vertailutasojen asettamiseksi lasten röntgentutkimuksille.

DAP-mittarien kalibrointi- ja mittausmenetelmät

Työn tavoitteena on

- tuottaa ohje STUKille ja säteilyn käyttäjille röntgendiagnostiikan DAP-mittarien (annoksen ja pinta-alan tuloa mittaavien mittarien) kalibrointimenettelyksi
- tuottaa menetelmäkuvaus ja toimintamalli DAP-mittarien kalibroinnin toteutuksesta DOS-laboratorion palvelutoimintana.

6.2 Ionisoimaton säteily

Pääosa ionisoimattomaan säteilyyn liittyvästä tutkimus- ja kehitystyöstä tehtiin seuraavassa esitettyjen yhteisrahoitteisten tutkimusprojektien puitteissa.

Säteilytysjärjestelmien kehittäminen tutkimuksia varten (CEMFEC)

Kuopion yliopistossa tutkittiin matkapuhelinsäteilyn vaikutuksia rottiiin STUKin kehittämällä altistuslaitteistolla. Altistusten dosimetrinen laadunvalvonta suoritettiin suunnitelman mukaisesti (tehomittareiden kalibrointia ja altistumiskammioiden radioteknisten ominaisuuksien pysyvyysmittauksia). Loppuraportti luonnosteltiin.

Langattoman viestinnän terveysriskien arviointi (LaVita)

Pääkohteena oli STUKin solututkimuksissa käytetyn niin sanotun pystykammion dosimetrian varmentaminen ja lämpöominaisuuksien selvittäminen. Todettiin, että kammiota ja maljoja ei pystytty mallintamaan niin tarkasti, että laskelmin voitaisiin varmentaa mittauksiin perustuva absoluuttinen SAR-taso. Sen sijaan suhteellinen SAR-jakauma voidaan laskea. Maljojen lämpötilajakaumaa tutkittiin kaksidimensioisella termodynaamisella energiatasapainomenetelmään perustuvalla omatekoisella MATLAB-mallilla.

Matkapuhelimien aiheuttaman altistumisen määrittämenetelmiä koskeva tutkimus (AMEST)

Matkapuhelimien akkuvirtojen aiheuttaman magneettikenttäaltistumisen määrittämiseksi kehitettiin FIT (Finite Integration Technique) -menetelmään perustuva laskenta-algoritmi, jota käyttämällä laskettiin magneettikenttien indusoima virrantiheys ihmisen päätä simuloivassa realistisessa numeerisessa mallissa. Laskentaa varten tarvittavat lähtötiedot saatiin mittaamalla magneettikentän jakauma matkapuhelimen lähellä tarkoitukseen kehitetyllä pienellä mittapöydällä. Tieteellisen artikkelin laadinta aloitettiin. Tietävästi tämä on ensimmäinen kerta, kun FIT-menetelmää sovelletaan magneettikenttäaltistumisen dosimetrisen laskentaan alle 100 kHz:n taajuuksilla.

UV-valohoitolaitteiden laadunvarmistuksen käytännön menetelmien kehittäminen (UV-hoito)

UV-valohoitolaitteiden ja solariumlaitteiden spektrimittauksiin kentällä saatiin toimiva rat-

kaisu, jossa kaupallisen CCD-spektroradiometrin tarkkuutta parannetaan suodatuksella, tarkalla kalibroinnilla ja radiometrisillä korjauksilla. Menetelmä dokumentoitiin tieteelliseen artikkeliin, jonka ensimmäinen luonnosversio valmistui.

UV-valohoitolaitteiden ja solariumien lamppujen säteilymittaukset (31 mallia) suoritettiin ja tulokset analysoitiin. Valohoitolaitteiden laadunvalvontaohje saatiin valmiiksi.

Muu tutkimustoiminta

Ionisoimattoman säteilyn yhteisrahoitteisten tutkimusprojektien lisäksi tutkimusta ja teknistä kehitystyötä suoritettiin osana NIR-laboratorion perustoimintaa.

Laajakaistainen magneettikentän mittari

Pientaajuisten magneettikenttien mittaamista varten kehitettiin uudentyyppistä laajakaistaista magneettikentän mittaria, jolla voidaan mitata altistumisrajojen mukaisesti painotetun magneettikentän huippuarvo STM:n asetuksessa (294/2002) määritellyllä tavalla. Toimintavuoden aikana suunniteltiin mittarin painopiirilevy ja rakennettiin laboratoriossa toimiva kakkosprototyyppi. Kentällä toimivan kolmosprototyypin suunnittelu aloitettiin. Neuvottelut mittarin kaupallistamisesta ja pienen 5–10 kappaleen prototyyppisarjan rakentamisesta aloitettiin.

Muutokset solariumien käyttöpaikkojen säteilyturvallisuudessa 1998–2002

Solariumien käyttöpaikkojen säteilyturvallisuuden kehittymistä mittaavan tutkimuksen tiedot kerättiin STUKin tarkastusten ja terveystarkastajilta saatujen ilmoitusten pohjalta. Tutkimuksesta laadittiin raportti, mutta julkaiseminen siirtyi vuoteen 2004.

Solariumin käyttäjien turvallisuuteen vaikuttavia puutteita löytyy lähes kaikilta käyttöpaikoilta. Tilanne on kuitenkin parantunut viimeisten 3–4 vuoden aikana STUKin ja kunnallisten terveydensuojeluviranomaisten valvonnan tehostamisen myötä. Arviolta vajaa kymmenen prosenttia solariumlaitteista on sellaisia, joissa UV-säteilyn voimakkuus ylittää STM:n asetuksessa määritetyt rajat. Vuoden 2003 pistokoetarkastuksissa (31 käyttöpaikkaa) paljastui yhdeksi syyksi liian voimakkaiden lamppujen käyttöön erään laitevalmistajan virheelliset tiedot tiettyjen laitteiden UV-säteilyn voimakkuuksista. Kirjalliset ohjeet laitteen käyttäjälle samoin kuin vaatimustenmukainen ajastin puuttuivat enää yhdellä laitteella kymmenestä vuonna 2002, mutta vuoden 2003 pistokokeissa havaittiin, että kolmella laitteella kymmenestä ei ole lainkaan käyttöohjetta tai ajastinta, jolla voi valita suositellut säteilytysajat. Solariumiasiakkaan käyttöä ohjaava säteilytysaikataulu oli vuosina 2002 ja 2003 kahdella laitteella kolmesta, kun pari vuotta aiemmin se oli ollut vain joka kolmannella laitteella.

7 Kansainvälinen yhteistyö

STUKin järjestämät kansainväliset kokoukset

STUK järjesti säteilyn käytön valvontaan ja ionisoivan säteilyn mittanormaalitoimintaan liittyen seuraavat kansainväliset kokoukset:

Kliinistä auditointia koskeva symposiumi

Kliinisiä auditointeja koskevan kansainvälisen kokemustenvaihdon edistämiseksi ja palautteen saamiseksi STM, STUK ja Qualisan Oy (Suomessa auditointeja suorittava yritys) järjestivät yhteistyössä joidenkin alan ammattijärjestöjen kanssa ja EU:n komission tuella kliinisten auditointien toimeenpanoa koskevan kansainvälisen symposiumin 24.–27.5.2003 Tampereella.

Symposium antoi hyvän tilannekuvan kliinisten auditointien toimeenpanosta ja ongelmakentästä. Symposiumissa kävi ilmi, etteivät kliinisen auditoinnin käsite, merkitys ja sisältö, eikä myöskään käytännön toimeenpanomalli ole lainkaan vakiintuneita eivätkä yhtenäisiä EU:n jäsenmaissa. Useissa jäsenmaissa suunnitelmia on laadittu, mutta käytännön toteutus kangertelee selkeiden ohjeiden, toimintamallien ja rahoituspuhjan puuttuessa.

Symposium myös osoitti, että Suomessa omaksumalla STM:n säteilyn lääketieteellisestä käytöstä antamassa asetuksessa (423/2000) lueteltuun kymmeneen kohtaan pohjautuva arviointikriteeristö on oikeansuuntainen kliinisten auditointien optimaalisen kehittämisen kanssa. Suomessa asetetut aikataulut ja käytännön toteutusmallit vaikeuttavat EU:n sisäisessä vertailussa edustavan mahdollisimman perusteellista linjaa, joka herätti sekä kiinnostusta että kunnioitusta.

ESTRON EQUAL-työryhmän kokous

Eurooppalaisen sädehoitojärjestön (ESTRO, European Society for Therapeutic Radiology and Oncology) sädehoidon annosmittausten auditointitoimintaa edistävien ja ylläpitävien työryhmän

(EQUAL-työryhmän) kokous järjestettiin Tampereella kliinistä auditointia koskevan symposiumin yhteydessä.

Kokouksessa todettiin, että annosmittausten auditoinnin tulisi olla osa sädehoidon kliinistä auditointia. EQUAL on auditoinut postitse lähetettävien termoloisteannosmittarien avulla suuren määrän Euroopan sädehoitokeskusten fotonija elektronikeiltojen annosmittauksia, ja kehittänyt toimintaa myös konformaaliseen sädehoitoon ja tykösädehoitoon. ESTRON auditointeja on Suomessa käytetty viranomaistoimintaan liittyvien verifiointimittausten vertailuaineistona.

EUROMETin ionisoivan säteilyn yhdyshenkilöiden kokous

Ionisoivan säteilyn mittanormaalitoimintaan liittyen STUK järjesti 6.–7.11.2003 toimitalossaan EUROMETin (European Collaboration on Measurement Standards) ionisoivan säteilyn yhdyshenkilöiden kokouksen.

Standardisointityöryhmän IEC TC 61/MT 16 kokous

STUK järjesti 3.–5.6.2003 toimitalossaan solariumien säteilyturvallisuusstandardisointia koskevan IEC:n (International Electrotechnical Commission) standardisointityöryhmän TC 61/MT 16 kokouksen.

Osallistuminen kansainvälisten työryhmien kokouksiin

Vuonna 2003 STUKin edustajat osallistuivat seuraavien kansainvälisten järjestöjen ja työryhmien kokouksiin:

- Euratom-sopimuksen artiklassa 31 tarkoitettu asiantuntijatyöryhmä. Työryhmän työn aiheena oli kulutustavaroiden aktiivisuus. Työryhmä piti kaksi kokousta, joissa käsiteltiin tekeillä olevia raportteja.
- IAEA:n säteilysuojelustandardikomitea (RASSC). Komitea piti kaksi kokousta, joissa

käsiteltiin monia valmisteilla olevia säteily-suojelunormeja ja -ohjeita.

- Pohjoismainen umpilähdetyöryhmä. Työryhmä piti aloituskokouksen 2.10.2003 Kööpenhaminassa.
- Pohjoismainen dosimetriatyöryhmä. Työryhmä piti kokouksen 29.–30.9.2003 Tukholmassa. Työryhmässä käsiteltiin ajankohtaisia sädehoidon ja röntgendiagnostiikan dosimetriaan liittyviä asioita.
- Pohjoismainen röntgendiagnostiikkatyöryhmä. Työryhmä piti vuosittaisen kokouksensa 22.–23.5.2003 Kööpenhaminassa.
- ESTRO:n fysiikan komitea. Komitea piti vuosittaisen kokouksensa 15.9.2003 Genevessä.

Osallistuminen muihin kansainvälisiin kokouksiin

STO:n ja NIRin edustajat osallistuivat lukuisiin säteilyturvallisuusalan kansainvälisiin kokouksiin ja kongresseihin ja pitivät niissä esitelmiä ja luentoja (järjestäjinä muun muassa IAEA, ESTRO, EUROMET, CIPM).

Ulkomaisten henkilöiden vierailut STUKissa

Ruotsin säteilysuojeluinstituutin (SSI) edustaja vieraili STUKissa. Vierailu liittyi DOS-laborato-

riossa tehtävään röntgendiagnostiikan pinta-ala-annosmittarien kalibrointimenetelmän kehittämistyöhön.

Muu kansainvälinen yhteistyö

STUK osallistui kahteen Phare-projektiin, joiden puitteissa avustettiin Romanian ja Slovenian viranomaisia kehittämään säteilyn käytön valvontaa koskevia säädöksiä EU:n perusnormidirektiivin mukaisiksi. Lisäksi osallistuttiin EU:n Twinning -projektiin, jonka tarkoituksena on saattaa Liettuan säteilysuojelu EU-kuntoon ja vahvistaa Liettuan säteilyturvakeskuksen valmiuksia.

STUKin asiantuntija osallistui IAEA:n nimeämänä asiantuntijana Valko-Venäjällä Minskin sädehoitoklinikan tarkastuksiin.

STO:n ja NIRin edustajat ovat mukana monissa ionisoivan ja ionisoimattoman säteilyn käytön valvontaa ja tutkimusta sekä säteilyalan standardisointitoimintaa käsittelevissä kansainvälisissä järjestöissä, toimikunnissa ja asiantuntijaryhmissä (IAEA, NACP, EURADOS, EUROMET, ESTRO, ICRU, NEA, AAPM, NOG, IEC, ISO, CEN, CENELEC, ICNIRP).

8 Kotimainen yhteistyö

STUKin järjestämät kotimaiset kokoukset

Vuosittaisista tai joka toinen vuosi järjestettävistä yhteisrahoitteisista tapahtumista järjestettiin Isotooppitoiminnan asiantuntijoiden neuvottelupäivät 30.–31.10.2003 Tampereella ja Säteihoito-fyysikkojen neuvottelupäivät 5.–6.6.2003 Siilinjärvellä.

Vuosittain toistuvana tapahtumana järjestettiin yhteistyössä Suomen radiologiyhdistyksen kanssa Sädeturvapäivät 16.–17.10.2003 Tampereella. Päivien säteilysuojelukurssilla pidettiin useita luentoja.

STUK järjesti 22.–24.10.2003 Teollisuuden säteilyturvallisuuspäivät, joihin osallistui noin 100 säteilyn käytön vastuuhenkilöä teollisuudesta, tutkimuksesta ja opetuksen alalta.

Osallistuminen kotimaisten työryhmien kokouksiin

STUKin edustajat osallistuivat seuraavien kotimaisten järjestöjen kokouksiin:

- Metrologian neuvottelukunta ja sen mittauspalvelu- ja vakausjaostot. Kumpikin jaosto piti kaksi kokousta.
- SM-kenttien säteilyturvallisuutta ja kotitaloussähkölaitteita käsittelevät standardisointikomiteat SK 106 ja SK 61. Kumpikin komitea piti kaksi kokousta, joissa käsiteltiin vastaavia IEC:n ja CENELECin standardiehdotuksia. Kuudesta standardiehdotuksesta annettiin kommentit ja seitsemästä ehdotuksesta kannanotot loppuäänestyksessä.

Osallistuminen muihin kotimaisiin kokouksiin

STO:n ja NIRin edustajat osallistuivat lukuisiin säteilyturvallisuusalan kotimaisiin kokouksiin ja pitivät niissä esitelmiä ja luentoja.

Muu kotimainen yhteistyö

DOS-laboratorion mittanormaalitoiminnan laatu-järjestelmän kuvaus ulkoista arviointia varten tehtiin yhteistyössä Mittatekniikan keskuksen (MIKES) kanssa (ks. luku 10).

Sosiaali- ja terveysalan tutkimus- ja kehittämiskeskuksen (Stakes) asettama työryhmä, johon kuuluvat myös Suomen Syöpärekisterin ja STUKin edustajat, valmisti Stakesin ohjetta mammografiaseulonnasta kerättävien tietojen tallentamisesta ja joukkorekisteriin ilmoittamisesta. Ohje korvaa Lääkintöhallituksen ohjeen (7/1990) joukkotarkastusten rekisteröinnistä mammografiaseulontojen osalta. Työryhmän ehdotus ohjeeksi valmistui, mutta sitä ei vielä hyväksytty käyttöön.

Valmisteltiin STM:n kanssa valtakunnallisen, auditointiorganisaatioista riippumaton klinisten auditointien seurantar ryhmän perustamista. Ryhmän tavoitteena on auditointitoiminnan koordinointi ja kehittäminen sekä auditointiohjelmien arviointi. Ryhmä perustetaan maaliskuussa 2004.

Vuonna 2003 aloitettiin kolmen korkeakoulu- ja yliopisto-opiskelijan opinnäytetyön ohjaus. Töiden aiheina ovat digitaalisen kuvantamisen laadunvarmistus, lasten röntgentutkimusten vertailutasot sekä annoksen ja DAP-mittarien kalibrointi- ja mittausmenetelmät (ks. tarkemmin kohta 6.1).

STO:n ja NIRin edustajat ovat mukana monissa ionisoivan ja ionisoimattoman säteilyn käytön valvontaa ja tutkimusta sekä säteilyalan standardisointitoimintaa käsittelevissä kotimaisissa toimikunnissa ja asiantuntijaryhmissä (muun muassa Metrologian neuvottelukunta, Sädeturvapäivätoimikunta, Eurolab-Finland, SESKO).

9 Viestintä

Kirjat, tiedotteet ja katsaukset

STUK julkaisee Säteily- ja ydinturvallisuus -kirjasarjan, johon kuuluu yhteensä seitsemän kirjaa. STO:lla ja NIRissä toimitettavien kirjojen tilanne vuonna 2003 oli seuraava:

- Säteilyn käyttö -kirjan (kirja nro 3) teksti saatiin valmiiksi. Kuvien puhtaaksi piirtämiseen ja tekstin taittoon päästään vuoden 2004 keväällä.
- Ionisoimaton säteily – Sähkömagneettiset kentät -kirjan (kirja nro 6) käsikirjoituksesta saatiin valmiiksi noin 90 prosenttia. Kirjan arvioidaan olevan toimituskunnossa vuoden 2004 maalis-huhtikuussa.
- Ionisoimaton säteily – Ultravioletti- ja lasersäteily -kirjan (kirja nro 7) kirjoitustyö aloitettiin.

STUKin Säteily- ja ydinturvallisuuskatsauksia -julkaisusarjassa julkaistiin matkapuhelimia ja tukiasemia käsittelevä katsaus (maaliskuu 2003). Katsauksen suuren kysynnän vuoksi siitä laadittiin vielä toinen painos, johon on korjattu ensimmäisessä painoksessa havaitut vähäiset virheet.

STUK tiedottaa -sarjassa julkaistiin tai valmisteltiin seuraavat tiedotteet:

- Rakennusten magneettikenttien mittaaminen (1/2003)
- Radioaktiivisten aineiden kuljetus (2/2003)
- Potilaan säteilyaltistuksen määrittäminen röntgentutkimuksissa. Tiedotteen julkaisu siirtyy vuodelle 2004.

Ajankohtaistiedottaminen

Matkapuhelimien ja tukiasemien säteily oli edelleen huomattavan julkisen mielenkiinnon kohteena. Matkapuhelimien markkinavalvonnan aloittamisen yhteydessä pidettiin asiasta keväällä 2003 tiedotustilaisuus ja vuodenvaihteessa tiedo-

tettiin ensimmäisistä testaustuloksista. Samalla uudistettiin matkapuhelimia koskevat STUKin verkkosivut ajan tasalle.

Vuonna 2000 aloitetun UV-indeksin ylläpitoa STUKin verkkosivuilla jatkettiin. Tarvittavat mitaustiedot saatiin STUKin Laippatien toimitalon katolla olevasta UV-säteilyä jatkuvasti huhtisyyskuun välisenä aikana mittaavasta mittarista.

Lehdistötiedotteita laadittiin seuraavista aiheista:

- Radioaktiivisten aineiden kauppa
- EU:ssa valmisteilla olevat suurten umpilähteiden valvontaa koskevat vaatimukset
- Rakennusmateriaalien ja tuhkan radioaktiivisuutta koskevan ST-ohjeen julkaiseminen.

Lisäksi:

- Toiminnan harjoittajille ja säteilyn käyttäjille annettiin aktiivisesti tietoa säteilysuojelusta, uusista määräyksistä ja niiden perusteista neuvottelupäivillä, seminaareissa ja koulutus-tilaisuuksissa.
- Tiedotusvälineille annettiin haastatteluja ionisoivan ja ionisoimattoman säteilyn altistukseen liittyvissä asioista.
- Yksityishenkilöitä, yrityksiä ja julkisia organisaatioita opastettiin säteilysuojeluongelmissa sekä puhelin- että verkkopalvelulla.
- Laadittiin lehtiartikkeleita ja -kirjoituksia.
- Avustettiin STUKin julkaisemaa ALARA-lehteä kirjoittamalla siihen artikkeleita.

Koulutusluennot

NIR-laboratorion johtaja luennoi TKK:lla kurssin ”Sähkömagneettisten kenttien ja optisen säteilyn biologiset vaikutukset ja mittaukset” (kurssin laajuus 2 opintoviikkoa). Kurssimateriaalin osana oleva kirjanen ”Radiometrian perusteet” päivitettiin.

10 Mittanormaalitoiminta

Mittanormaalitoiminnan tarkoituksena on säteilymittausten riittävän tarkkuuden ja kansainvälisen vertailukelpoisuuden varmistaminen.

Säteilylain (muutos 1334/1994) 23 §:n mukaan STUKin tehtävänä on ylläpitää säteilymittausten luotettavuuden varmistamiseksi tarpeellisia mittanormaaleja.

DOS-laboratorion laatujärjestelmälle kansainvälinen hyväksyntä

Kansainväliseen MRA-sopimukseen (Mutual Recognition Agreement) liittymisen yhteydessä STO:n Dosimetrialaboratorio (DOS) kuvasi vuonna 2003 kansalliseen mittanormaalitoimintaan liittyvän laatujärjestelmänsä standardin ISO 17025 mukaisena ja esitti sen EUROMETin (European Collaboration on Measurement Standards) laadun arvioijille. Laatujärjestelmän kuvaus kattoi ionisoivan säteilyn annossuureiden mittanormaalitoiminnan. Laadunarvioijat hyväksyivät laatujärjestelmän MRA-sopimuksen edellytysten mukaiseksi. Suomalaisten kansallisten mittanormaalilaboratorioiden tapaan myös DOS-laboratorion laatujärjestelmän luotettavuus ja toiminnan pätevyys perustuu niin kutsuttuun ”self declaration” -periaatteeseen eikä akkreditointiin.

DOS-laboratorion mittaus- ja säteilytyslaitteiden ja -menetelmien kehitystyö

Veteen absorboituneeseen annokseen perustuva kalibrointi- ja annosmittausmenetelmä sädehoitomittareille otettiin käyttöön suurenergisen gammasäteilyn mittauksissa Suomessa. DOS-laboratorio kalibroi kaikkien sairaaloiden vertailumittalaitteet uuden menetelmän mukaisesti. Mittalaitteiden kalibrointitodistuksiin liitettiin myös IAEA:n ohjeiston mukaiset johdetut kalibrointikertoimet sairaaloissa käytettäville kiihdytinten säteilylaaduille.

DOS-laboratoriossa käynnistettiin hanke röntgendiagnostiikan pinta-ala-annosmittarien (niin sanotut DAP-mittarit) kalibrointi- ja mittausmenetelmien kehittämiseksi. Laboratorioon hankittiin mittanormaaliksi soveltuva pinta-ala-annosmittari, jonka kalibrointi on suoraan jäljitettävissä primäärilaboratorioon (PTB, Physikalisch-Technische Bundesanstalt, Saksa) DAP-suureena. Lisäksi laboratorioon rekrytoitiin DAP-projektiin opiskelija apulaistutkijaksi toteuttamaan laboratorion kalibrointien käynnistämistä ja siihen liittyviä menetelmätestauksia (ks. kohta 6.1). Lisäksi DAP-menetelmän kehittämisestä ja toteuttamisesta sovittiin myös pohjoismaisessa dosimetria-työryhmässä.

Säteilysuojelukalibroinneissa ^{137}Cs - ja ^{60}Co -gamma-säteilykeilojen tuottamiseen käytettävän säteilytyslaitteen uudistustyötä jatkettiin laitteen mekaanisen toiminnan ja säteilyturvallisuuden parantamiseksi. Laitteen mekaanisen ja sähköisen lähteensiirron uusimiseksi tehtiin uuden siirtolaitteiston kuvaus sekä hankittiin tarvittavat komponentit. Runsasaktiivisen ^{60}Co -gamma-säteilytyslaitteiston säteilysuojausta parannettiin työturvallisuuden varmistamiseksi.

Kalibroinneissa käytettävien röntgensäteilykeilojen säteilylaatuparametrien määrittämistä jatkettiin. Säteilysuojelukalibroinneissa käytettävien säteilylaatuojen parametrit määritettiin säteilylaatuja koskevien standardien mukaisesti.

DOS-laboratorion diagnostisiin tutkimuksiin käytettävällä röntgenlaitteistolla oli useita käyttökatsoksia ja laitetta jouduttiin huoltamaan usein. Uuden laitteen hankinta käynnistettiin.

DOS-laboratorion mittari- ja mittaustalut

Vuonna 2001 toteutetun EA:n (European Cooperation for Accreditation) IR3 -säteilysuojelumittarien kalibrointivertailun tulokset saatiin syys-

kuussa 2003. ^{137}Cs -gamma-säteilyllä STUKin tulos poikkesi vertailuarvosta alle 1,3 % ja ^{60}Co -gamma-säteilyllä alle 0,8 %. Molemmat tulokset olivat ilmoitettujen epävarmuuksien sisällä. Mittaus-epävarmuuteen suhteutetut poikkeamat olivat välillä -0,32 ja 0,22 (EA:n hyväksyntäraja alle 1,0).

Osallistuttiin IAEA:n vuosittaiseen TLD-vertailuun ^{60}Co -gamma-säteilyllä. IAEA:n ja STUKin mittauksen välinen ero oli 0,2 %, joka on vertailun toimenpiderajojen (3,5 %) sisäpuolella.

NIR-laboratorion mittaus- ja säteilytyslaitteiden ja -menetelmien kehitystyö

STUKin ulkopuolisissa SAR-testauslaboratorioissa tehtävää SAR-mittapäiden kalibrointia varten

kehitettiin kudosekvivalentilla nesteellä täytettyyn pienikokoiseen ripa-aaltoputkeen perustuva siirtonormaali 900 MHz:n ja 1 800 MHz:n taajuuksalueilla. Tieteellisen artikkelin laadinta aloitettiin.

Matkapuhelimien tukiasemamittauksissa käytettävien mittausantennien kalibroimiseksi kehitettiin aaltoputkeen perustuvat mittanormaalit 900 MHz:n ja 1 800 MHz:n taajuuksilla. Kalibrointi siirretään näistä pienikokoisilla sähkökentän mittapäillä kaiuttomaan huoneeseen asetetun antennin säteilykenttään.

Auringon UV-radiometrien kenttäkalibrointiin kehitetyn detektorimonitoroidun lamppunormaalin kaupallistamisneuvottelut aloitettiin hollantilaisen Kipp & Zone -yhtiön kanssa.

11 Palvelut

Kalibroinnit, testaukset ja säteilytykset

DOS-laboratorio toteutti säteilymittarien kalibroinnit kysyntää vastaavasti. Säteilymittarien kalibrointitodistuksia annettiin 100 kappaletta ja säteilytystodistuksia 30 kappaletta. Kalibroinneista ja säteilytyksistä noin kolmasosa tehtiin STUKin omille mittalaitteille ja näytteille.

NIR-laboratorio teki säteilymittarien kalibrointeja ja testauksia yhteensä 23 kappaletta sekä turvallisuusarviointeja ja säteilymittauksia yhteensä 11 kappaletta.

Toimintavuonna STUK suoritti asiakastyytyväisyyskyselyn tuottamiensa vakiopalvelujen käyttäjille. Asiakkaiden antama yleisarvosana DOS-laboratorion tuottamista kalibrointi-, testaus- ja säteilytyspalveluista oli kouluarvosanaasteikolla 8,9. Asiakkaat olivat tyytyväisiä palve-

lujen luotettavuuteen ja vähiten tyytyväisiä lähinnä palvelujen hintoihin.

Koulutuspalvelut

Vakiintuneena, vuosittain toistuvana tapahtumana STO järjesti Säteilyturvallisuus ja laatu röntgendiagnostiikassa -koulutuspäivät 3.–4.4.2003 laivalla.

STO järjesti yhteistyössä Kuopion yliopistollisen sairaalan kanssa kurssin tietokonetomografiakuvausten annosmittauksista 6.11.2003 Kuopiossa.

DOS-laboratorio osallistui STUKin 28.–30.10.2003 toimitalossaan järjestämään Baltian tullivirkailijoiden säteilysuojelukoulutukseen järjestämällä ja ohjaamalla koulutukseen liittyvät säteilymittausten harjoitustyöt.

LIITE 1 Julkaisut vuonna 2003

Vuonna 2003 valmistuivat seuraavat julkaisut, joissa tekijänä tai tekijöinä oli STO:n tai NIRin työntekijöitä:

Kansainväliset julkaisut

Hakanen A, Järvinen H, Soimakallio S. Trends in radiology in Finland between 1995 and 2000. *European Radiology* 2003; 13 (12): 2705–2709.

Neofotistou V, Vano E, Padovani R, Kotre J, Dowling A, Toivonen M, Kottou S, Tsapaki V, Willis S, Bernardi G, Faulkner K. Preliminary reference levels in interventional cardiology. *European Radiology* 2003; 13 (10): 2259–2263.

Koivunoro H, Auterinen I, Kosunen A, Kotiluoto P, Seppälä T, Savolainen S. Computational study of the required dimensions for standard sized phantoms in boron neutron capture therapy dosimetry. *Phys. Med. Biol.* 2003; 48: N291–N300.

Pöllänen R, Ikäheimonen TK, Klemola S, Vartti VP, Vesterbacka K, Ristonmaa S, Honkamaa T, Sipilä P, Jokelainen I, Kosunen A, Zilliacus R, Kettunen M, Hokkanen M. Characterisation of projectiles composed of depleted uranium. *Journal of Environmental Radioactivity* 2003; 64: 133–142.

Kärhä P, Ylianttila L, Koskela T, Jokela K, Ikonen E. A portable field calibrator for solar ultraviolet measurements. *Metrologia* 2003; 40: S17–S20.

Ylianttila L, Jokela K, Kärhä P. Ageing of DXW-lamps. *Metrologia* 2003; 40: S120–S123.

Heikkinen P, Kosma V-M, Alhonen L, Huuskonen H, Komulainen H, Kumlin T, Laitinen JT, Lang S, Puranen L, and Juutilainen J. Effects of mobile phone radiation on UV-induced skin tumourigenesis in ornithine decarboxylase transgenic and non-transgenic mice. *Int. J. Radiat. Biol.* 2003; 79(4): 221–233.

Kokousjulkaisut ja esitelmät kokouksissa

Kansainväliset

Parviainen T, Päivi P, Föhr A, Marttinen E. Radiation dose and dose optimization in pediatric thorax examinations in hospital for children and adolescents. *European Congress of Radiology (ECR 2003)*, 7–11 March 2003, Vienna, Austria. *European Radiology* 2003; 13 Suppl 1: C532.

Quai E, Padovani R, Peterzol A, Vano E, Guibelalde E, Toivonen M. Maximum skin dose assessment in interventional cardiology: Results in three different European hospitals. *European Congress of Radiology (ECR 2003)*, 7–11 March 2003, Vienna, Austria. *European Radiology* 2003; 13 Suppl 1: C542.

Parviainen T, Toivonen M, Ylitalo A, Kosunen A. Measurement of staff doses in interventional procedures and comparison of LiF TL-detectors and a special diode dosimeter. *European Congress of Radiology (ECR 2003)*, 7–11 March 2003, Vienna, Austria. *European Radiology* 2003; 13 Suppl 1: C550.

Järvinen H. Clinical audit versus regulatory control. *Proceedings of the International Symposium on Practical Implementation of Clinical Audit for Exposure to Radiation in Medical Practices*, Tampere, Finland, 24–27 May 2003: 26–30.

Mäkeläinen I, Venelampi E, Vesterbacka P. Monitoring of radioactivity in Finnish drinking water. In: Korhonen LK, Miettinen IT, Slobodnik J, van der Hoven T (eds.). WEKNOW. Web-based European Knowledge Network on Water. Publications of the National Public Health Institute B22/2003. Proceedings of the 1st WEKNOW Annual Drinking Water Conference in Europe, Kuopio, Finland. Helsinki: National Public Health Institute; 2003.

Waltenburg HN, Gron P, Leitz W, Servomaa A, Einarsson G, Olerud H. Nordic working group on x-ray diagnostics – practical implementation of the directive on medical exposures in the Nordic EU countries. In: Paile W (ed.). Radiation Protection in the 2000s – Theory and Practice. Nordic Society for Radiation Protection. Proceedings of the XIII ordinary meeting. 25–29 August 2002, Turku/Åbo, Finland. STUK-A195. Helsinki: Radiation and Nuclear Safety Authority; 2003. p. 250–255.

Leitz W, Gron P, Servomaa A, Einarsson G, Olerud H. Nordic working group on x-ray diagnostics: Diagnostic reference levels within x-ray diagnostics – experiences in the Nordic countries. In: Paile W (ed.). Radiation Protection in the 2000s – Theory and Practice. Nordic Society for Radiation Protection. Proceedings of the XIII ordinary meeting. 25–29 August 2002, Turku/Åbo, Finland. STUK-A195. Helsinki: Radiation and Nuclear Safety Authority; 2003. p. 256–261.

Järvinen H. Clinical audit and quality systems – practical implementation in Finland. In: Paile W (ed.). Radiation Protection in the 2000s – Theory and Practice. Nordic Society for Radiation Protection. Proceedings of the XIII ordinary meeting. 25–29 August 2002, Turku/Åbo, Finland. STUK-A195. Helsinki: Radiation and Nuclear Safety Authority; 2003. p. 266–270.

Jönsson H, Gron P, Parkkinen R, Einarsson JG, Björklund E. Nordic group on X-ray diagnostics: Intravascular brachytherapy – what it is and what the Nordic authorities demand. In: Paile W (ed.). Radiation Protection in the 2000s – Theory and Practice. Nordic Society for Radiation Protection. Proceedings of the XIII ordinary meeting. 25–29 August 2002, Turku/Åbo, Finland. STUK-A195. Helsinki: Radiation and Nuclear Safety Authority; 2003. p. 276–279.

Harju O, Toivonen M, Tapiovaara M, Parviainen T. X-ray tube output based calculation of patient entrance surface dose: validation of the method. In: Paile W (ed.). Radiation Protection in the 2000s – Theory and Practice. Nordic Society for Radiation Protection. Proceedings of the XIII ordinary meeting. 25–29 August 2002, Turku/Åbo, Finland. STUK-A195. Helsinki: Radiation and Nuclear Safety Authority; 2003. p. 280–286.

Kepler K, Lintrop M, Servomaa A, Filippova I, Parviainen T, Eek V. Radiation dose measurement of paediatric patients in Estonia. In: Paile W (ed.). Radiation Protection in the 2000s – Theory and Practice. Nordic Society for Radiation Protection. Proceedings of the XIII ordinary meeting. 25–29 August 2002, Turku/Åbo, Finland. STUK-A195. Helsinki: Radiation and Nuclear Safety Authority; 2003. p. 287–292.

Olerud H, Leitz W, Gron P, Servomaa A, Einarsson G. Nordic radiation protection co-operation: Report from activities in the task group x-ray diagnostics. In: Paile W (ed.). Radiation Protection in the 2000s – Theory and Practice. Nordic Society for Radiation Protection. Proceedings of the XIII ordinary meeting. 25–29 August 2002, Turku/Åbo, Finland. STUK-A195. Helsinki: Radiation and Nuclear Safety Authority; 2003. p. 293–298.

Parviainen T, Toivonen M, Ylitalo A, Kosunen A, Karppinen J. Measurement of staff doses in interventional procedures using LiF TL-detectors and a special diode dosimeter. In: Paile W (ed.). Radiation Protection in the 2000s – Theory and Practice. Nordic Society for Radiation Protection. Proceedings of the XIII ordinary meeting. 25–29 August 2002, Turku/Åbo, Finland. STUK-A195. Helsinki: Radiation and Nuclear Safety Authority; 2003. p. 299–304.

Parviainen T, Palmumaa P, Föhr A, Marttinen E, Laine AL, Rantala R, Viinamäki R. Radiation dose and dose optimization in paediatric thorax examinations in HUCH Hospital for Children and Adolescents. In: Paile W (ed.). Radiation Protection in the 2000s – Theory and Practice. Nordic Society for Radiation Protection. Proceedings of the XIII ordinary meeting. 25–29 August 2002, Turku/Åbo, Finland. STUK-A195. Helsinki: Radiation and Nuclear Safety Authority; 2003. p. 305–308.

Servomaa A, Komppa T, Parviainen T, Heikkilä M. Dose-area product and entrance surface dose in paediatric radiography. In: Paile W (ed.). Radiation Protection in the 2000s – Theory and Practice. Nordic Society for Radiation Protection. Proceedings of the XIII ordinary meeting. 25–29 August 2002, Turku/Åbo, Finland. STUK-A195. Helsinki: Radiation and Nuclear Safety Authority; 2003. p. 309–315.

Kettunen A, Servomaa A. The effect of image receptor change on radiation exposure to patients in the intensive care of chest X-ray examinations. In: Paile W (ed.). Radiation Protection in the 2000s – Theory and Practice. Nordic Society for Radiation Protection. Proceedings of the XIII ordinary meeting. 25–29 August 2002, Turku/Åbo, Finland. STUK-A195. Helsinki: Radiation and Nuclear Safety Authority; 2003. p. 316–319.

Kettunen A, Syri AM, Servomaa A. Need for radiological education among the personnel performing X-ray examinations in health centres. In: Paile W (ed.). Radiation Protection in the 2000s – Theory and Practice. Nordic Society for Radiation Protection. Proceedings of the XIII ordinary meeting. 25–29 August 2002, Turku/Åbo, Finland. STUK-A195. Helsinki: Radiation and Nuclear Safety Authority; 2003. p. 320–324.

Innanmaa L, Petäjäjärvi M, Parviainen T, Servomaa A. Radiation dose to adult patients in LS spine X-ray examinations of health centres in one central hospital district in Finland. In: Paile W (ed.). Radiation Protection in the 2000s – Theory and Practice. Nordic Society for Radiation Protection. Proceedings of the XIII ordinary meeting. 25–29 August 2002, Turku/Åbo, Finland. STUK-A195. Helsinki: Radiation and Nuclear Safety Authority; 2003. p. 352–357.

Järvinen H, Havukainen R. Education, training, and qualification of radiation users in Finland. In: Paile W (ed.). Radiation Protection in the 2000s – Theory and Practice. Nordic Society for Radiation Protection. Proceedings of the XIII ordinary meeting. 25–29 August 2002, Turku/Åbo, Finland. STUK-A195. Helsinki: Radiation and Nuclear Safety Authority; 2003. p. 386–388.

Auterinen I, Serén T, Uusi-Simola J, Kosunen A, Savolainen S. A tool kit for epithermal neutron beam characterisation in BNCT. Ninth Symposium on Neutron Dosimetry. Advances in Nuclear Particle Dosimetry for Radiation Protection and Medicine. 28 September–3 October 2003, Delft, The Netherlands: 104.

Jokela K, Nyberg H, Sihvonen A-P. Harmonic distortion of magnetic fields generated by indoor distribution transformers. EBEA 6th International Congress of the European Bioelectromagnetics Association. Budapest, Hungary, 13–15 November 2003. Mobile telephony and health. Proceedings of Final Seminar of the Finnish National Research Programme 2003.

Jokela K, Toivo T, Sihvonen A-P. Thermal analysis of an irradiation chamber used for in vitro protein studies at 900 MHz. EBEA 6th International Congress of the European Bioelectromagnetics Association. Budapest, Hungary, 13–15 November 2003. Mobile telephony and health. Proceedings of Final Seminar of the Finnish National Research Programme 2003.

Jokela K, Puranen L, Sihvonen A-P. Pulsed magnetic field exposure from digital mobile phones. EBEA 6th International Congress of the European Bioelectromagnetics Association. Budapest, Hungary, 13-15 November 2003. Mobile telephony and health. Proceedings of Final Seminar of the Finnish National Research Programme 2003.

Puranen L, Turunen A, Toivo T, Sihvonen A-P, Jokela K. Development of a system for exposing unrestrained rats to GSM mobile phone radiation at 900 MHz. In: Juutilainen J and Kumlin T (eds.) Mobile telephony and health. Proceedings of Final Seminar of the Finnish National Research Programme 1998–2003, Helsinki, Finland, 17 October 2003. p. 23–27.

Kotimaiset

Järvinen H (toim.) Säteilyturvallisuus ja laatu röntgendiagnostiikassa 2003. STUK-C2. Helsinki: Säteilyturvakeskus; 2003.

Järvinen H. Kliininen auditointi – tavoitteet ja toteutus. Kirjassa: Järvinen H (toim.). Säteilyturvallisuus ja laatu röntgendiagnostiikassa 2003. STUK-C2. Helsinki: Säteilyturvakeskus; 2003. s. 7–9.

Havukainen R. Sätelysuojeluun liittyvät koulutus- ja pätevyysvaatimukset – ST-ohjeet 1.4, 1.7 ja 1.8. Kirjassa: Järvinen H (toim.). Säteilyturvallisuus ja laatu röntgendiagnostiikassa 2003. STUK-C2. Helsinki: Säteilyturvakeskus; 2003. s. 18–21.

Pirinen M. Röntgentutkimusten vertailutasojen käyttö. Kirjassa: Järvinen H (toim.). Säteilyturvallisuus ja laatu röntgendiagnostiikassa 2003. STUK-C2. Helsinki: Säteilyturvakeskus; 2003. s. 28–31.

Miettinen A. Potilasannosten mittauksissa käytettävät fantomit. Kirjassa: Järvinen H (toim.). Säteilyturvallisuus ja laatu röntgendiagnostiikassa 2003. STUK-C2. Helsinki: Säteilyturvakeskus; 2003. s. 32–34.

Harju O. ESD-laskenta – sovellus röntgentutkimuksen aiheuttaman pinta-annoksen laskentaan. Kirjassa: Järvinen H (toim.). Säteilyturvallisuus ja laatu röntgendiagnostiikassa 2003. STUK-C2. Helsinki: Säteilyturvakeskus; 2003. s. 35–39.

Karppinen J. Potilaan säteilyaltistus TT-tutkimuksissa. Kirjassa: Järvinen H (toim.). Säteilyturvallisuus ja laatu röntgendiagnostiikassa 2003. STUK-C2. Helsinki: Säteilyturvakeskus; 2003. s. 42–44.

Vartiainen E. Säteilysuojelukoulutus ja sen ohjeistus terveydenhuollossa. Sädeturvapäivät Tampere-talossa, Tampere 16.–17.10.2003: 31–33.

Havukainen R. Koulutuksen tila Suomessa – STUKin tekemä selvitys. Sädeturvapäivät Tampere-talossa, Tampere 16.–17.10.2003: 34–42.

Parkkinen R. Säteilyn käyttöorganisaatio. Sädeturvapäivät Tampere-talossa, Tampere 16.–17.10.2003: 93–95.

Servomaa A. Säteilyturvallisuudesta vastaavan johtajan rooli, vastuut ja tehtävät radiologiassa. Sädeturvapäivät Tampere-talossa, Tampere 16.–17.10.2003: 96–100.

Pirinen M. Potilaan säteilyaltistuksen seuranta – miksi? Sädeturvapäivät Tampere-talossa, Tampere 16.–17.10.2003: 101–102.

Karppinen J. Potilaan säteilyaltistuksen seuranta – käytännön menetelmät. Sädeturvapäivät Tampere-talossa, Tampere 16.–17.10.2003: 103–107.

Tapiovaara M. Potilasannokset ja optimointi digitaalikuvantamisessa. Sädeturvapäivät Tampere-talossa, Tampere 16.–17.10.2003: 112–116.

Puranen L, Jokela K. Matkapuhelimien säteily, määräykset ja valvonta. Tieteen päivät 8.–12.1.2003; Helsinki.

Huurto L. Suositukset UV-valohoitojen laadunvarmistuksesta. Valohoitojen laadunvarmistus - Iholiiton koulutuspäivä. Helsinki, 16.1.2003.

Huurto L. Ionisoimaton säteily sairaalahenkilöstön näkökulmasta. HUS ympäristöseminaari 12.3.2003.

Huurto L. Työoverina magneetti – uusia asetuksia ja vanhoja varoituksia. Sädeturvapäivät Tampere-talossa, Tampere 16.–17.10.2003: 15–18.

Jokela K. SM-kenttien ja optisen säteilyn biologiset vaikutukset ja mittaukset. Luentosarja TKK:lla. 10.9.–5.12.2003.

STUKin omat julkaisusarjat

Tapiovaara M. Objective measurement of image quality in fluoroscopic x-ray equipment: FluoroQuality. STUK-A196. Helsinki: Säteilyturvakeskus; 2003.

Miettinen A, Pirinen M. The Dose and Image Quality in Mammography Practice in Finland. STUK-B-STO 52. Helsinki: Säteilyturvakeskus; 2003.

Kotimaisen ammattilehden tai oppikirjan artikkelit

Markkanen M. Radioaktiivisuutta koskevat määräykset muutostilassa. Ympäristö ja terveys 2003; 5: 40–42.

Kaituri M. Säteilysterilointilaitos pysähtyi Ilomantsissa. Alara 2003; 1: 21–22.

Markkanen M. Euroopan suuret umpilähteet entistä tiukempaan valvontaan. Alara 2003; 2: 6–11.

Järvinen H. Kliinisen auditoinnin kansainvälinen symposiumi Tampereella: Eurooppa etsii yhteistä linjaa. Alara 2003; 3: 4–7.

Vartiainen E. Kosminen säteily. Kirjassa: Pöllänen R (toim.). Säteily ympäristössä. Helsinki: Säteilyturvakeskus; 2003. s. 37–57.

Huurto L. Valohoidot – ammattitaitoa ja laitetekniikkaa. Ihonaika, ihonhoidon erikoislehti 2003; 2: 30–31.

Opinnäytetyöt

Toivonen T. Säteilymittalaitteiden kalibrointi matkapuhelintaajuuksilla. Diplomityö. TKK; 2003.

Valvontaraportit

Rantanen E (toim.). Säteilyn käyttö ja muu säteilylle altistava toiminta. Vuosiraportti 2002. STUK-B-STO 50. Helsinki: Säteilyturvakeskus; 2003.

Rantanen E (ed.). Radiation Practices. Annual Report 2002. STUK-B-STO 51. Helsinki: Säteilyturvakeskus; 2003.

Viranomaisohjeet

Suomenkieliset

Säteilysuojelukoulutus terveydenhuollossa. Ohje ST 1.7. Säteilyturvakeskus (17.2.2003).

Sädehoidon laadunvarmistus. Ohje ST 2.1. Säteilyturvakeskus (22.5.2003).

Säteilyn käyttö isotooppilääketieteessä. Ohje ST 6.3. Säteilyturvakeskus (18.3.2003).

Solariumlaitteiden säteilyturvallisuusvaatimukset ja valvonta. Ohje ST 9.1. Säteilyturvakeskus (1.12.2003).

Pulssitutkien säteilyturvallisuus. Ohje ST 9.2. Säteilyturvakeskus (2.9.2003).

ULA- ja TV-asemien mastotöiden säteilyturvallisuus. Ohje 9.3. Säteilyturvakeskus (2.9.2003).

Rakennusmateriaalien ja tuhkan radioaktiivisuus. Ohje ST 12.2. Säteilyturvakeskus (8.10.2003).

Ruotsinkieliset

Strålskyddsutbildning inom hälsovården. Direktiv ST 1.7. Strålsäkerhetscentralen (17.2.2003).

Kvalitetssäkring av strålbehandling. Direktiv ST 2.1. Strålsäkerhetscentralen (22.5.2003).

Strålsäkerhet för strålbehandlingsapparater och utrymmen. Direktiv ST 2.2. Strålsäkerhetscentralen (2.2.2001).

Strålsäkerhet för strålbehandlingsapparater och -utrymmen. Direktiv ST 3.6. Strålsäkerhetscentralen (2.2.2001).

Användning av strålning inom nukleärmedicin. Direktiv ST 6.3. Strålsäkerhetscentralen (18.3.2003).

Englanninkieliset

Radiation Protection Training in Health Care. Guide ST 1.7. STUK (17 February 2003).

Radiation Safety of Radiotherapy Equipment and Treatment Rooms. Guide ST 2.2. STUK (2 February 2001).

Breast Cancer Screening Based on Mammography. Guide ST 3.7. STUK (28 March 2001).

Trade in Radiation Sources. Guide ST 5.4. STUK (2 October 2000).

Installation, Repair and Servicing of Radiation Appliances. Guide ST 5.8. STUK (17 February 1999).

Esitteet, katsaukset ja STUK tiedottaa -sarja

Matkapuhelimet ja tukiasemat. Säteily- ja ydinturvallisuuskatsauksia, maaliskuu 2003.

Rakennusten magneettikenttien mittaaminen. STUK tiedottaa, 2/2003.

Röntgentutkimusten vertailutasot. STUKin esite, tammikuu 2003.

Röntgentutkimusten säteilyannokset vaihtelevat. STUKin esite, huhtikuu 2003.

LIITE 2 STUKin julkaisemat ST-ohjeet. Tilanne 31.12.2003.

Yleiset ohjeet

- ST 1.1 Säteilytoiminta ja sen valvonta, 20.6.1996
- ST 1.3 Säteilylähteiden varoitusmerkinnät, 10.11.1999
- ST 1.4 Säteilyn käyttöorganisaatio, 24.10.1991
- ST 1.5 Säteilyn käytön vapauttaminen turvallisuusluvasta ja ilmoitusvelvollisuudesta, 1.7.1999
- ST 1.6 Säteilysuojelutoimet työpaikalla, 29.12.1999
- ST 1.7 Säteilysuojelukoulutus terveydenhuollossa, 17.2.2003

Sädehoito

- ST 2.1 Sädehoidon laadunvarmistus, 22.5.2003
- ST 2.2 Sädehoitolaitteiden ja -tilojen säteilyturvallisuus, 2.2.2001

Lääketieteellinen röntgentutkimus

- ST 3.1 Hammasröntgenlaitteiden käyttö ja valvonta, 27.5.1999
- ST 3.2 Mammografialaitteet ja niiden käyttö, 13.8.2001
- ST 3.3 Lääketieteelliset röntgentutkimuslaitteet ja niiden käyttö, 27.8.1992
- ST 3.4 Kuvanhavainnointi-televisioketjun laadunvalvonta, 24.10.1991
- ST 3.5 Lääketieteellisten röntgentutkimuslaitteiden ja röntgenfilmien kehityksen laadunvalvonta, 3.12.1991
- ST 3.6 Röntgentilojen säteilyturvallisuus, 24.9.2001
- ST 3.7 Mammografiaan perustuva rintasyöpäseulonta, 28.3.2001

Teollisuus, tutkimus, opetus ja kaupallinen toiminta

- ST 5.1 Umpilähteiden ja niitä sisältävien laitteiden säteilyturvallisuus, 17.2.1999
- ST 5.3 Ionisoivan säteilyn käyttö fysiikan ja kemian opetuksessa, 17.2.1999

- ST 5.4 Säteilylähteiden kauppa, 2.10.2000
- ST 5.6 Säteilyturvallisuus teollisuusradiografiassa, 17.2.1999
- ST 5.8 Säteilylaitteiden asennus-, korjaus- ja huoltotyö, 17.2.1999

Avolähteet ja radioaktiiviset jätteet

- ST 6.1 Radionuklidilaboratorioiden säteilyturvallisuusvaatimukset, 1.7.1999
- ST 6.2 Radioaktiiviset jätteet ja päästöt, 1.7.1999
- ST 6.3 Säteilyn käyttö isotooppilääketieteessä, 18.3.2003

Säteilyannokset ja terveystarkkailu

- ST 7.1 Säteilyaltistuksen seuranta, 25.2.2000
- ST 7.2 Säteilyaltistuksen enimmäisarvojen soveltaminen ja säteilyannoksen laskemisperusteet, 1.7.1999
- ST 7.3 Sisäisestä säteilystä aiheutuvan annoksen laskeminen, 1.7.1999
- ST 7.4 Säteilyannosten rekisteröinti 25.2.2000
- ST 7.5 Säteilytyötä tekevien työntekijöiden terveystarkkailu, 29.12.1999

Ionisoimaton säteily

- ST 9.1 Solariumlaitteiden säteilyturvallisuusvaatimukset ja valvonta, 1.12.2003
- ST 9.2 Pulssitutkien säteilyturvallisuus, 2.9.2003
- ST 9.3 ULA- ja TV-asemien mastotöiden säteilyturvallisuus, 2.9.2003
- ST 9.4 Yleisöesityksissä käytettävien suuritehoisten laserlaitteistojen säteilyturvallisuus, 8.10.1993

Luonnonsäteily

- ST 12.1 Säteilyturvallisuus luonnonsäteilylle altistavassa toiminnassa, 6.4.2000
- ST 12.2 Rakennusmateriaalien ja tuhkan radioaktiivisuus, 8.10.2003
- ST 12.3 Talousveden radioaktiivisuus, 9.8.1993

LIITE 3 Koulutusorganisaatiot, jotka on hyväksytty järjestämään säteilyn käytön turvallisuudesta vastaavan johtajan pätevyyskuulusteluja. Tilanne 31.12.2003.

Hyväksymis- päivä	Organisaatio	Pätevyysala
<i>Säteilyn käyttö terveydenhuollossa</i>		
5.5.1997	Helsingin yliopisto, Eläinlääketieteellinen tiedekunta	Eläinröntgentoiminta
29.2.1996	Helsingin yliopisto, Fysiikan laitos	Säteilyn yleiskäyttö
15.4.1993	Helsingin yliopisto, Radiologian klinikka	Röntgentutkimukset ja radioaktiivisten aineiden käyttö (radiologian erikoislääkärikuulustelu)
10.5.1993	Kuopion yliopisto, Kliinisen radiologian laitos	Röntgentutkimukset ja radioaktiivisten aineiden käyttö (radiologian erikoislääkärikuulustelu)
6.10.1992	Kuopion yliopisto, Koulutus- ja kehittämiskeskus	Säteilyn käyttö (ei yleiskäyttö)
20.12.1991	Oulun yliopisto, Lääketieteellinen tiedekunta	Röntgentutkimukset ja radioaktiivisten aineiden käyttö
27.5.1993	Oulun yliopisto, Lääketieteellinen tiedekunta	Röntgentutkimukset ja radioaktiivisten aineiden käyttö (radiologian erikoislääkärikuulustelu)
20.12.1991	Sairaalaafysikoiden pätevyyslautakunta	Säteilyn yleiskäyttö
3.3.1992	Sairaalakemistien pätevyyslautakunta	Radioaktiivisten aineiden käyttö
29.2.1996	Tampereen teknillinen korkeakoulu, Ragnar Granit -instituutti	Säteilyn yleiskäyttö
17.8.1993	Tampereen yliopisto, Lääketieteellinen tiedekunta	Röntgentutkimukset ja radioaktiivisten aineiden käyttö (radiologian erikoislääkärikuulustelu)
26.1.1994	Turun yliopisto, Lääketieteellinen tiedekunta	Röntgentutkimukset ja radioaktiivisten aineiden käyttö
8.6.1993	Turun yliopisto, Lääketieteellinen tiedekunta	Röntgentutkimukset ja radioaktiivisten aineiden käyttö (radiologian erikoislääkärikuulustelu)

Hyväksymis- päivä	Organisaatio	Pätevyysala
<i>Säteilyn käyttö teollisuudessa, tutkimuksessa ja opetuksessa sekä säteilylähteiden kauppa ja huolto</i>		
20.12.1991	AEL, NDT-tekniikka	Teollisuusradiografia (myös vastaava käyttäjä)
6.4.1993	Stadia, Helsingin ammattikorkeakoulu, Tekniikka ja liikenne	Säteilylähteiden kauppa ja huolto
29.5.2002	Stadia, Helsingin ammattikorkeakoulu, Tekniikka ja liikenne	Röntgensäteilyn ja umpilähteiden käyttö teollisuudessa ja tutkimuksessa (ei teollisuusradiografia)
3.4.1992	Helsingin yliopisto, Fysiikan laitos	Säteilyn yleiskäyttö, avolähteiden käyttö, röntgensäteilyn käyttö (ei teollisuusradiografia), säteilyn käyttö oppilaitosten demonstraatiotoiminnassa ja säteilylähteiden kauppa
26.1.1994	Helsingin yliopisto, Lahden tutkimus- ja koulutuskeskus Palmenia	Säteilyn yleiskäyttö ja säteilylähteiden kauppa
8.4.1992	Helsingin yliopisto, Maatalous-metsätieteellisen tiedekunnan laitekeskus	Umpi- ja avolähteiden käyttö
3.4.1992	Helsingin yliopisto, Radiokemian laitos	Umpi- ja avolähteiden käyttö
26.8.1992	Jyväskylän ammattikorkeakoulu, Tekniikka ja liikenne	Teollisuusradiografia, umpi- ja avolähteiden käyttö sekä säteilylähteiden kauppa ja huolto
31.1.1995	Jyväskylän yliopisto, Fysiikan laitos	Säteilylähteiden kauppa, säteilylähteiden käyttö teollisuudessa, tutkimuksessa ja opetuksessa
6.10.1992	Kuopion yliopisto, Koulutus- ja kehittämiskeskus	Säteilyn käyttö (ei yleiskäyttö) ja säteilylähteiden kauppa ja huolto
12.3.1992	Lappeenrannan teknillinen korkeakoulu	Säteilyn yleiskäyttö, röntgensäteilyn käyttö, umpi- ja avolähteiden käyttö
4.8.1994	Oulun yliopisto, Fysikaalisten tieteiden laitos	Säteilylähteiden kauppa, säteilylähteiden käyttö teollisuudessa, tutkimuksessa ja opetuksessa
4.5.1992	Oulun yliopisto, Biokemian laitos	Umpi- ja avolähteiden käyttö
15.5.1992	Pohjois-Savon sairaanhoitopiiri	Säteilylähteiden kauppa ja huolto
21.1.1992	POHTO, Pohjois-Suomen Teollisuusopisto	Röntgensäteilyn ja umpilähteiden käyttö (ei teollisuusradiografia)
18.5.1992	Satakunnan ammattikorkeakoulu	Röntgensäteilyn käyttö, teollisuusradiografia, umpilähteiden käyttö ja säteilylähteiden kauppa
21.1.1992	SPEK, Suomen Pelastusalan Keskusjärjestö	Paloilmoittimien asennus ja huolto
14.2.1992	Tampereen ammattikorkeakoulu, Tekniikan ja liikenteen ala	Röntgensäteilyn ja umpilähteiden käyttö (ei teollisuusradiografia)
3.8.1992	Turun ammattikorkeakoulu, Tekniikka ja teollisuus	Säteilyn yleiskäyttö, teollisuusradiografia, röntgensäteilyn käyttö, umpilähteiden käyttö sekä säteilylähteiden kauppa ja huolto
3.8.1992	Turun yliopisto, Fysiikan laitos	Säteilyn yleiskäyttö, teollisuusradiografia, röntgensäteilyn käyttö, umpilähteiden käyttö ja säteilylähteiden kauppa

STUK-B-STO sarjan julkaisuja

STUK-B-STO 56 Visuri R, Huurto L, Nyberg H. Muutokset solariumien käyttöpaikkojen säteilyturvallisuuksessa 1998–2002. Helsinki 2004.

STUK-B-STO 55 Rantanen E. (ed.) Radiation Practices. Annual Report 2003. Helsinki 2004.

STUK-B-STO 54 Rantanen E. (toim.) Säteilyn käyttö ja muu säteilylle altistava toiminta. Vuosiraportti 2003. Helsinki 2004.

STUK-B-STO 53 Piri A. Säteilysuojelukoulutuksen tila ja tarve Suomessa vuonna 2003. Helsinki 2004.

STUK-B-STO 52 Miettinen A, Pirinen M. The Dose and Image Quality in Mammography Practice in Finland. Helsinki 2003.

STUK-B-STO 51 Rantanen E. (ed.) Radiation Practices. Annual Report 2002. Helsinki 2003.

STUK-B-STO 50 Rantanen E. (toim.) Säteilyn käyttö ja muu säteilylle altistava toiminta. Vuosiraportti 2002. Helsinki 2003.

STUK-B-STO 49 Hakanen A. Radiologisten tutkimusten ja toimenpiteiden määrät vuonna 2000. Helsinki 2002.

STUK-B-STO 48 Rantanen E. (ed.) Radiation Practices. Annual Report 2001. Helsinki 2002.

STUK-B-STO 47 Korpela H. Radioaktiivisten lääkeaineiden käyttö Suomessa vuonna 2000. Helsinki 2002.

STUK-B-STO 46 Rantanen E. (toim.) Säteilyn käyttö ja muu säteilylle altistava toiminta. Vuosiraportti 2001. Helsinki 2002.

STUK-B-STO 45 Jalarvo V, Visuri R, Huurto L. Solariumien käyttöpaikkatarkastukset 1998–1999. Helsinki 2001.

STUK-B-STO 44 Rantanen E. (ed.) Radiation Practices. Annual Report 2000. Helsinki 2001.

STUK-B-STO 43 Rantanen E. (toim.) Säteilyn käyttö ja muu säteilytoiminta. Vuosiraportti 2000. Helsinki 2001.

STUK-B-STO 42 Rantanen E. (ed.) Radiation Practices. Annual Report 1999. Helsinki 2000.

STUK-B-STO 41 Rantanen E. (toim.) Säteilyn käyttö ja muu säteilytoiminta. Vuosiraportti 1999. Helsinki 2000.

STUK-B-STO 40 Rantanen E. (ed.) Radiation Practices. Annual Report 1998. Helsinki 1999.

STUK-B-STO 39 Rantanen E. (toim.) Säteilyn käyttö ja muu säteilytoiminta. Vuosiraportti 1998. Helsinki 1999.

STUK-B-STO 38 Korpela H. Use of Radiopharmaceuticals in Finland in 1997. Helsinki 1999.

STUK-B-STO 37 Korpela H. Radioaktiivisten lääkevalmisteiden käyttö Suomessa vuonna 1997. Helsinki 1999.

STUK-B-STO 36 Havukainen R. (toim.) Säteilyn käyttö ja muu säteilytoiminta vuonna 1997. Helsinki 1998.

STUK-B-STO 35 Havukainen R. (toim.) Säteilyn käyttö ja muu säteilytoiminta vuonna 1996. Helsinki 1997.

STUK-B-STO 34 Korpela H. Radioaktiivisten lääkevalmisteiden käyttö Suomessa vuonna 1994. Helsinki 1996.

STUK-B-STO 33 Havukainen R. (toim.) Säteilyn käyttö ja muu säteilytoiminta vuonna 1995. Valvonta- ja tilastotietoja. Helsinki 1996.

Täydellisen listan STUK-B-STO-sarjan julkaisuista saa Säteilyturvakeskuksen kirjastosta.